UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL PARANÁ
PROYECTO FINAL

“READECUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE VILLA URQUIZA”

Autores:

- **Coiz, Emiliano Nahuel (LU: 14860)**
- **Esquivel, Nicolás Maximiliano (L.U: 14997)**
- **Giorello, Ezequiel Lorenzo (LU: 14951)**

Director:

- **Ing. Lescano Salinas, Juan Agustín**

Proyecto Final presentado para cumplimentar los requisitos académicos para acceder al título de Ingeniero Civil en la Facultad Regional Paraná

Junio de 2025

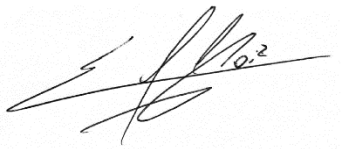
Declaración de autoría

Quienes suscriben, Coiz Emiliano Nahuel, Esquivel Nicolas Maximiliano y Giorello Ezequiel Lorenzo, hacen constar que son autores del trabajo titulado “Readecuación del sistema de agua potable de la localidad de Villa Urquiza”, el cual fue elaborado de forma personal con el fin de acceder al título de grado de Ingeniero Civil, en la Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Paraná.

Manifestando la originalidad del desarrollo del trabajo, la interpretación de datos y la elaboración del informe que lo acompaña. Estableciendo que siempre que se ha utilizado trabajos de autores, los mismos han sido correctamente citados, siendo el resto del trabajo de autoría propia.

Se establece que el desarrollo realizado y el informe que lo acompaña no ha sido utilizado previamente para acceder a otro título de grado o pre-grado. Además, se ha indicado y agradecido correctamente a todos aquellos que han colaborado con el presente trabajo.

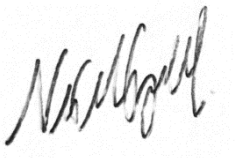
En la ciudad de Paraná, mes de junio del año 2025.



Coiz, Emiliano Nahuel

L.U: 14.860

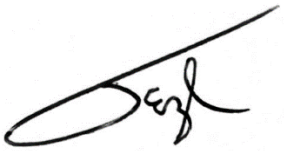
DNI: 39.836.634



Esquivel, Nicolás Maximiliano

L.U: 14.977

DNI: 39.121.778



Giorello, Ezequiel Lorenzo

L.U: 14.951

DNI: 39.717.049

Agradecimientos

A lo largo de nuestra vida, nos enfrentamos a decisiones cruciales que implican a las personas que nos rodean. Una de estas decisiones fue elegir un grupo de trabajo cohesionado y comprometido.

Este proyecto final es el resultado de mucho tiempo de trabajo donde nos hemos ayudado mutuamente y en equipo hemos podido tomar decisiones que conllevaron a la culminación de este. Por lo que expresamos nuestros agradecimientos:

- A la Facultad Regional Paraná, donde logramos formarnos como profesionales y como personas, llegando así a conocer el verdadero significado del esfuerzo y perseverancia.
- Al Ing. Rodolfo Sato, docente de la cátedra Proyecto Final, cuyo acompañamiento, asesoramiento y constante predisposición han sido fundamentales para la materialización de este proyecto.
- Al Ing. Lescano Salinas, Juan Agustín, por su constante predisposición y valioso asesoramiento a lo largo del desarrollo de este trabajo.
- A la Municipalidad de la localidad de Villa Urquiza, por proporcionarnos información de importancia para desarrollar este proyecto.
- A nuestros amigos, compañeros, a los que ya no están y que desde algún lado nos acompañan, y a nuestras familias, quienes son pilares fundamentales en todo este camino que comenzó en nuestro primer día de facultad.

A todos ustedes, nuestra gratitud y especial reconocimiento.

Abstract

A The present project involves the reconfiguration of the potable water system in the town of Villa Urquiza, located 45 km north of the city of Paraná, on the banks of the Paraná River. The areas to be intervened include the entire central urban area of the municipality, as well as the Ojo de Agua and Solares developments, situated approximately 1,200 m away.

To carry out all the project tasks, a thorough compilation of background information was conducted on the current water treatment plant, the distribution pipeline, and the intake pier, all of which are in operation. Additionally, the current population and the projected population considered in the design of the existing plant were studied to analyze current demand and forecast future demand.

The project not only included the design of a new plant but also the verification and comprehensive reconfiguration of the system, including distribution pipelines, the location of the intake pier, the preparation of metric calculations and budgets, and structural calculations for the intake pier, among other aspects.

Finally, a socioeconomic study was conducted to assess the project's economic feasibility, along with an environmental impact study to evaluate the consequences of its implementation.

- **Keywords:**
  Modular Plant – Villa Urquiza – Potable Water – Reconfiguration

Resumen

El presente proyecto consiste en la readecuación del sistema de agua potable de la localidad de la localidad de Villa Urquiza, ubicada a 45 km al norte de la Ciudad de Paraná, en la margen del río Paraná. Las áreas para intervenir incluyen toda la planta urbana central del municipio, las urbanizaciones Ojo de Agua y Solares, situados a aproximadamente 1200 m de esta.

Para llevar a cabo todas las tareas del proyecto, se realizó una recopilación exhaustiva de antecedentes de la planta potabilizadora actual, la cañería de distribución y el muelle de toma, todos ellos en funcionamiento. Además, se estudió la población actual y la considerada a futuro en el diseño de la planta existente, con el fin de analizar la demanda actual y proyectar la demanda futura.

El proyecto no solo contempló el diseño de una nueva planta, sino también la verificación y readecuación integral del sistema, incluidas las cañerías de distribución, la ubicación del muelle, la elaboración de cómputos métricos y presupuestos, y los cálculos estructurales para la estructura del muelle de toma, entre otros aspectos.

Finalmente, se realizó un estudio socioeconómico para verificar la factibilidad económica del proyecto, así como un estudio de impacto ambiental para evaluar las consecuencias de su implementación.

- **Palabras claves:**
  Planta modular – Villa Urquiza – Agua Potable – Readecuación

Índice

Capítulo 1. Introducción 17
1.1. Ubicación geográfica 17
1.2. Breve reseña histórica 18
1.3. Objeto del proyecto 19
1.3.1. Objetivos generales 20
1.3.2. Objetivos particulares 21
1.4. Área de estudio 21
Capítulo 2. Recopilación de antecedentes 23
2.1. Guías ENOHSA 23
2.1.1. Aspectos considerados en el proyecto 24
2.2. Plan de obras de la planta potabilizadora 24
2.3. Primera etapa llevada a cabo – La planta potabilizadora 24
2.3.1. El sistema de potabilización 25
2.3.2. La empresa contratista 26
2.4. Segunda etapa – Cañería de impulsión desde la toma de agua hasta la planta potabilizadora 27
2.5. Entrada al servicio en conjunto 28
2.5.1. Urbanizaciones Ojo de agua y Solares 29
2.6. Muestras de agua 29
Capítulo 3. Información topográfica y batimétrica 32
3.1. Introducción 32
3.1.1. El Instituto Geográfico Nacional (IGN) 32
3.1.2. El río Paraná 33
3.1.3. Cuenca propia del Paraná Medio 33
3.2. Información topográfica 33
3.2.1. Obtención y validación de cotas de elevación 35
3.3. Información batimétrica 37
3.4. Análisis de la batimetría 38
Capítulo 4. Estudio demográfico 40
4.1. Análisis demográfico de la población 40
4.2. Cálculo de la población actual 41
4.2.1. Método aritmético 41
4.2.2. Método geométrico 42

4.2.3. Conclusión 44
4.3. Cálculo de proyección de la población 44
4.3.1. Período de diseño 44
4.3.2. Distribución espacial de la población 45
4.3.3. Aplicación del Método de las tasas geométricas decrecientes 48
4.3.4. Conclusión 49
Capítulo 5. Cálculo de la demanda y los caudales 51
5.1. Consumos y demandas de diseño 52
5.1.1. Consumos residenciales 52
5.1.2. Consumos Institucionales, comerciales y especiales 53
5.1.3. Consumos industriales 56
5.1.4. Consumo Públicos 56
5.1.5. Consumos Especiales 56
5.1.6. Agua no contabilizada 56
5.1.7. Tabla Resumen 57
5.2. Caudal medio diario de consumo 58
5.3. Caudal de diseño 59
5.3.1. Caudales resultantes para los distintos tipos de consumo 62
5.4. Demanda por conexión 64
Capítulo 6. Análisis de la captación de agua cruda 67
6.1. Fuentes de abastecimiento 67
6.2. Estructuras de extracción de agua superficial 68
6.3. Alturas del nivel 0 de las escalas hidrométricas cercanas 69
6.4. Estudio hidrométrico 72
6.5. Curva de caudales medios mensuales 73
6.6. Análisis de alturas 74
6.7. Análisis de frecuencia de alturas diarias 75
6.8. Flotación y sistema de anclaje 76
Capítulo 7. Diseño de la planta modular 79
7.1. Introducción y conceptos generales 80
7.2. Módulo de ampliación proyectado 81
7.2.1. Cañería de ingreso - Cribado 84
7.2.2. Caudalímetro - Aforo 85
7.2.3. Punto de dosificación de los agentes coagulantes 86
7.2.4. Mezclador rápido 87

7.2.5. Válvula de ingreso de caudal 88
7.2.6. Cámara de floculador 89
7.2.7. Cámara de sedimentación 90
7.2.8. Cámara de filtrado rápido de gravedad 92
7.2.9. Rebalse y desagüe 93
7.2.10. Desinfección - Tanque de preparado de soluciones 93
7.3. Cisternas y tanques de almacenamiento 95
7.3.1. Capacidad de almacenamiento actual 95
7.3.2. Proyección de nuevas cisternas 97
7.3.3. Cañería de barros de los módulos potabilizadores 97
Capítulo 8. Verificación de la impulsión y de la red distribución 99
8.1. Modelación de la red con EPANET 99
8.2. Características consideradas en la red 100
8.2.1. Presiones mínimas y máximas en cañerías 100
8.2.2. Tapada 100
8.2.3. Material 100
8.2.4. Zanjas 101
8.2.5. Diámetros 102
8.2.6. Colocación 103
8.3. Verificación de las bombas para la impulsión de agua cruda 103
8.4. Verificación de la impulsión de agua cruda con Epanet 104
8.4.1. Impulsión de agua cruda – Escenario actual 105
8.4.2. Impulsión de agua cruda – Escenario futuro – red actual 106
8.4.3. Impulsión de agua cruda – Escenario de proyecto 107
8.4.4. Verificación de velocidad en la cañería de impulsión existente 109
8.4.5. Verificación de sobrepresiones en la cañería de impulsión existente 109
8.5. Modelación de la red de distribución y de la Impulsión de agua tratada con Epanet 109
8.5.1. Red de distribución – Escenario actual 113
8.5.2. Red de distribución – Escenario futuro y red actual 116
8.5.3. Readecuación del sistema de distribución – Escenario de proyecto 118
Capítulo 9. Estudio de impacto ambiental 124
9.1. El área de influencia 124
9.1.1. Descripción del medio receptor 124
9.2. Evaluación del impacto ambiental 125
9.3. Matriz de impacto ambiental resultante 128

9.3.1. Etapa Constructiva 128
9.3.2. Etapa Operativa 129
9.4. Plan de mitigación 129
9.4.1. Excavación y movimiento de suelo 130
9.4.2. Manejo y acopio de materiales y tierra 130
9.4.3. Comunicación y avisos a la comunidad 131
9.4.4. Restitución de accesos y espacios públicos 131
9.4.5. Manejo de residuos y escombros 131
9.4.6. Operación en el predio de la planta 131
9.4.7. Seguridad e higiene en la obra 132
Capítulo 10. Cómputo, presupuesto, plan de trabajo y curva de inversión 133
10.1. Cómputo métrico 133
10.2. Costo de materiales y mano de obra 134
10.3. Coeficiente resumen (k) 135
10.4. Presupuesto 135
10.5. Plan de trabajos y curva de inversión 138
Capítulo 11. Propuesta de alternativa del muelle de toma 139
11.1. Estabilidad estructural y operativa 141
11.2. Resiliencia ante fluctuaciones del nivel del rio 142
11.3. Mantenimiento y durabilidad 142
11.4. Impacto ambiental 143
11.5. Costos de inversión 143
11.6. Facilidad de operación y seguridad 144
11.7. Conclusión general 144
Capítulo 12. Memoria descriptiva 145
Capítulo 13. Bibliografía 146
ANEXOS 147
Anexo I: Recopilación de antecedentes. ..... A
Anexo II: Estudio demográfico. ..... A
Anexo III: Cálculo de la demanda y los caudales. ..... A
Anexo IV: Análisis de la captación de agua cruda. ..... A
Anexo V: Diseño de la planta modular. ..... A
Anexo VI: Verificación de la impulsión y de la red de distribución. ..... A
Anexo VII: Estudio de impacto ambiental. ..... A

Anexo VIII: Cómputo, presupuesto, plan de trabajo y curva de inversión. .....A
Anexo IX: Imágenes 3D.....A
Anexo X: Planos.....A

Índice de figuras

Figura 1.1 – Ubicación de Villa Urquiza (Argentina turismo)..... 18
Figura 1.2 - Planta potabilizadora actual 19
Figura 1.3 - Muelle de toma actual 20
Figura 1.4 - Estado de la conexión actual, pasarela del muelle de toma 20
Figura 1.5 – Áreas tratadas y distancias aproximadas a los puntos característicos 21
Figura 1.6 – Definición de los límites de la planta urbana central de Villa Urquiza 22
Figura 1.7 - Ubicación de la planta actual respecto al rio Paraná. 22
Figura 2.1 - Muelle de toma 27
Figura 2.2 - Análisis bacteriológico de agua de fecha 04/07/2024 30
Figura 3.1 - Regiones geomorfológicas de Entre Ríos 32
Figura 3.2 - Diferencia entre MDE y MDT 34
Figura 3.3 – Área de trabajo, Villa Urquiza 35
Figura 3.4 – Ráster y curvas de nivel – Villa Urquiza - MDE – QGIS 35
Figura 3.5 – Perfiles temporales para análisis de variaciones en el MDE 36
Figura 3.6 – Superposición de cotas de elevación con curvas de nivel 37
Figura 3.7 - Batimetría de la zona del muelle de toma realizada por la subsecretaria de puertos y vías navegables 38
Figura 4.1 - Envolvente Censal de Villa Urquiza - INDEC 2022 40
Figura 4.2 - Grafica de resultados del método aritmético 42
Figura 4.3 - Grafica de resultados del método geométrico 43
Figura 4.4 – Distribución espacial de Villa Urquiza 46
Figura 4.5 – Edificaciones existentes 47
Figura 4.6 – Lotes baldíos actuales 47
Figura 4.7 - Grafica de resultados por el Método de las tasas geométricas decrecientes 49
Figura 4.8 - Comparación entre datos de censos y proyecciones 50
Figura 5.1 - Escuelas consideradas de Villa Urquiza 54
Figura 5.2 - Centro de salud de Villa Urquiza 54
Figura 5.3 – Sedes publicas 55
Figura 5.4 – Gastronomía considerada 55
Figura 6.1 - Esquema de sistema de abastecimiento de agua superficial 67
Figura 6.2 - Esquema de sistema de abastecimiento de agua subterránea 67
Figura 6.3 - Tanque elevado existente con perforación de 20 m^3 en loteo Solares 68
Figura 6.4 – Tanque elevado con perforación de 10 m^3 en Ojo de Agua 68
Figura 6.5 - Plataforma flotante en río o embalse (imagen tomada de las guías ENOHSA) 69
Figura 6.6 - Trayectoria y distancias entre puertos 70
Figura 6.7 - Ubicación del Arroyo Antoñico – Imagen obtenida de tesis “Sistematización del Arroyo Antoñico entre Avenida Estrada y el Río Paraná” 71
Figura 6.8 - Registros del puerto de Paraná 72
Figura 6.9 - Curva de caudales medios mensuales en la estación Túnel Subfluvial 73
Figura 6.10 - Variación de alturas hidrométricas 74

Figura 6.11 – Curva de frecuencia de alturas diarias 75
Figura 6.12 - Resultados del pontón Tipo 1 77
Figura 6.13 - Resultados del pontón Tipo 2 77
Figura 6.14 - Cables de construcción para uso general 78
Figura 7.1 - Procesos de una planta potabilizadora 80
Figura 7.2 – Ubicación preliminar del nuevo módulo 81
Figura 7.3 - Componentes de la planta potabilizadora modular - 1 82
Figura 7.4 - Componentes de la planta potabilizadora Modular - 2 82
Figura 7.5 - Etapas de la Planta Potabilizadora Modular - 3 83
Figura 7.6 - Etapas de la Planta Potabilizadora Modular – 4 83
Figura 7.7 – Pre-filtro de canasta desmontable 85
Figura 7.8 – hidrómetro tipo rueda paleta 85
Figura 7.9 - Inyección de coagulante 86
Figura 7.10 – Mezclador rápido – Línea/estático 87
Figura 7.11 – Válvula reguladora de caudal 88
Figura 7.12 – Paletas de eje vertical 89
Figura 7.13 - Dirección del flujo y solidos 91
Figura 7.14 - Alturas parciales a consideras 91
Figura 7.15 - Ubicación y Capacidades de Tanques Elevados 96
Figura 7.16 – Traza de la cañería de barros existente 98
Figura 8.1 – Traza de la cañería de impulsión 99
Figura 8.2 – Curva adoptada para bombas Flygt 3171-N-SH – Curva 270 104
Figura 8.3 – Modelación de la Impulsión de agua cruda – Escenario actual 105
Figura 8.4 – Impulsión de agua cruda – Disposición de nudos - Escenario actual 106
Figura 8.5 – Impulsión de agua cruda – Resultados - Escenario actual 106
Figura 8.6 - Impulsión de agua cruda – Resultados - Escenario futuro – red actual 107
Figura 8.7 - Impulsión de agua cruda – Disposición de nudos - Escenario de proyecto 108
Figura 8.8 - Impulsión de agua cruda – Resultados - Escenario de proyecto 108
Figura 8.9 – Cotas de elevación en el casco urbano 110
Figura 8.10 – Cotas de elevación en la urbanización Ojo de Agua y Solares 110
Figura 8.11 – Cisterna y módulos proyectados en la PTAP 111
Figura 8.12 - Distribución de demandas por nudo 112
Figura 8.13 - Diferencia de trazado en lotes con edificación existente y baldíos. 112
Figura 8.14 - Esquema de modelado en el casco urbano central – Red y demandas actuales 113
Figura 8.15 - Esquema de modelado en Urbanización Ojo de agua y Solares – Red y demandas actuales 114
Figura 8.16 - Esquema de modelado en Urbanización Ojo de agua y Solares – Red y demandas actuales 115
Figura 8.17 - Presiones resultantes en el casco urbano – Red actual y demanda futura 116
Figura 8.18 - Presiones resultantes en Loteos Ojo de Agua y Solares - Red actual y demanda futura 117

Figura 8.19 - Presiones resultantes en Loteos Ojo de Agua y Solares - Red actual y demanda futura 117
Figura 8.20 – Cañería existente a readecuar 119
Figura 8.21 - Adecuación de la planta potabilizadora – Escenario de proyecto 120
Figura 8.22 – Distribución proyectada hacia las urbanizaciones Ojo de Agua y Solares 120
Figura 8.23 – Cañería de distribución proyectada en la zona del camping y playa..... 121
Figura 8.24 - Presiones y diámetros en los puntos críticos – Escenario de proyecto .. 121
Figura 8.25 - Distribución hacia loteos – Escenario de proyecto 122
Figura 8.26 – Conexiones a tanques elevados – S.3.D..... 123
Figura 9.1 – Área de influencia 124
Figura 10.1 – Curva de inversión 138
Figura 11.1 - Plataforma en Rio o embalse (imagen tomada de las guías ENOHSA).. 139
Figura 11.2 – Planta del muelle de toma fijo..... 140
Figura 11.3 – Corte del muelle de toma fijo 140

Índice de tablas

Tabla 2.1 – Condiciones de diseño 26
Tabla 2.2 - Parámetros deseados 31
Tabla 3.1 - Datos batimétricos del Muelle de Toma 38
Tabla 4.1 - Resultados del método aritmético 41
Tabla 4.2 – Tasa de incremento interanual aritmética (k) 42
Tabla 4.3 - Resultados del método geométrico 43
Tabla 4.4 - Tasa de incremento interanual geométrica (r) 44
Tabla 4.5 - Períodos de diseño para Sistemas de agua potable 45
Tabla 4.6 – Parámetros del método de tasas geométricas decrecientes 48
Tabla 4.7 – Resultados del Método de las tasas geométricas decrecientes 49
Tabla 4.8 – Comparación entre datos de censos y proyecciones 49
Tabla 5.1 - Conexiones actuales y futuras 51
Tabla 5.2 - Consumos típicos para servicio con y sin medidores (ENOHSA) 53
Tabla 5.3 - Consumo de agua en establecimientos educativos (ENOHSA) 53
Tabla 5.4 – Tabla resumen de demandas y dotaciones 57
Tabla 5.5 - Tabla de caudales medios diarios 59
Tabla 5.6 - Definición de caudales de diseño 60
Tabla 5.7 - Coeficientes de caudal 61
Tabla 5.8 - Coeficientes para el diseño Hidráulico 61
Tabla 5.9 - Calculo de caudales de diseño 61
Tabla 5.10 - Caudales de diseño para el proyecto 62
Tabla 5.11 - Caudales resultantes por tipo de consumo - Sistema actual - 2024 62
Tabla 5.12 - Caudales resultantes por tipo de consumo – Año 2055 63
Tabla 5.13 – Demandas finales 64
Tabla 6.1 - Alturas y niveles hidrométricos del IGN según el estudio del Paraná medio – INCOCIV 2008 70
Tabla 6.2 - Caudales medios mensuales 73
Tabla 6.3 - Alturas hidrométricas para las principales frecuencias 76
Tabla 7.1 - Caudales a operar en el nuevo módulo de la planta potabilizadora 84
Tabla 7.2 – Pre-filtro de canasta desmontable 85
Tabla 7.3 - Hidrómetro adoptado 86
Tabla 7.4 - Mezclador estático 87
Tabla 7.5 – Válvula reguladora 88
Tabla 7.6 - Sección de la cámara de floculación 89
Tabla 7.7 - Características de la cámara de floculación 90
Tabla 7.8 - Características de la cámara de sedimentación laminar 92
Tabla 7.9 - Válvulas de purga de fondo 92
Tabla 7.10 - Características de la cámara de filtrado rápido de gravedad 93
Tabla 7.11 - Tanques de dilución 94
Tabla 7.12 - Agitadores 94
Tabla 7.13 - Selección de bombas dosificadoras 95
Tabla 7.14 - Capacidad de Almacenamiento Existente 95
Tabla 7.15 - Volúmenes de almacenamiento a cubrir 96

Tabla 7.16 - Nuevo tanque cisterna 97
Tabla 8.1 - Tapadas mínimas y de diseño – Guías de ENOHSA 100
Tabla 8.2 – Medidas para zanjas normalizadas en Aguas Argentinas – Guías ENOHSA 101
Tabla 8.3 - Diámetros y caudales, mínimos/máximos – ex O.S.N. 102
Tabla 8.4 - Características de la bomba Flygt 3171-N-SH 104
Tabla 8.5 - Análisis del escenario actual (demanda y red actual) 115
Tabla 8.6 - Análisis del escenario futuro (demanda futura y red actual) 118
Tabla 9.1 - Niveles críticos de impacto ambiental 127
Tabla 9.2 - Matriz impacto ambiental en la etapa constructiva 129
Tabla 9.3 - Matriz impacto ambiental en la etapa constructiva 129
Tabla 10.1 – Computo métrico 133
Tabla 10.2 - Costos unitarios por hora de mano de obra 134
Tabla 10.3 – Calculo del coeficiente resumen 135
Tabla 10.4 – Presupuesto 136
Tabla 11.1 - Comparaciones estructurales y operativas 141
Tabla 11.2 - Comparación de resiliencia 142
Tabla 11.3 - Comparación del Mantenimiento y durabilidad 143
Tabla 11.4 - Comparación de Impacto Ambiental 143
Tabla 11.5 - Comparación en los costos de inversión 144
Tabla 11.6 - Comparación 144

Listado de abreviaciones

DBO: Demanda Biológica de Oxígeno

DQO: Demanda Química de Oxígeno

ENOHSA: Ente Nacional de Obras Hídricas de Saneamiento

EPANET: Software para modelado de redes de distribución de agua

HP: Horsepower (Caballo de Fuerza)

IGN: Instituto Geográfico Nacional

IGM: Instituto Geográfico Militar

INDEC: Instituto Nacional de Estadística y Censos

kPa: Kilopascal (unidad de presión)

L/s: Litros por segundo

MDE: Modelo Digital de Elevación

MDT: Modelo Digital Topográfico

m^3/h: Metros cúbicos por hora

m.c.a.: Metros de Columna de Agua

NTU: Unidades Nefelométricas de Turbidez

O.S.N: Obras Sanitarias de la Nación

PAC: Policloroaluminato de Aluminio

PEAD: Polietileno de Alta Densidad

PMA: Punto de Máxima Eficiencia

pH: Potencial de Hidrógeno

PVC: Policloruro de Vinilo

Q: Caudal

S.1: Sistema de cañerías actuales – demanda actual

S.2: Sistema de cañerías actuales – demanda futura

S.3: Sistema de cañerías de proyecto – demanda futura

T: Recurrencia

TSS: Sólidos Suspendidos Totales

Dedicado a:

Nuestros padres, hermanos y familia en general, que nos acompañaron y apoyaron durante todo el transcurso de estos años.

Nuestros amigos, que son aquella familia que uno escoge.

Nuestros profesores, donde cada uno de ellos además de brindarnos sus conocimientos, nos han dejado enseñanzas que nos servirán de guía para nuestra vida profesional.

Capítulo 1. Introducción

El agua es un recurso esencial para la vida humana, y su demanda crece continuamente con el aumento de la población. Sin acceso a agua potable segura, las personas no pueden llevar una vida saludable, lo que subraya la importancia de mejorar la calidad del agua para la salud pública. La contaminación del agua es una de las principales causas de enfermedades y muertes, especialmente en los países en desarrollo. La naturaleza no siempre ofrece agua en las condiciones necesarias, por lo que es crucial desarrollar sistemas que aseguren un suministro adecuado y disminuyan los riesgos para la salud. Por lo tanto, la implementación de medidas para purificar y asegurar el agua potable trae beneficios significativos para la salud y el bienestar social.

En muchas comunidades rurales, la falta de un sistema adecuado de abastecimiento de agua potable genera graves problemas de salud. Los sistemas compactos de purificación de agua, como es el que se encuentra en Villa Urquiza, son una solución viable y necesaria ya que estos al igual que en una planta convencional, cuentan con las fases de coagulación, floculación, sedimentación, filtración y desinfección. A nivel global, el agua potable es un recurso escaso, debido a que solo el 2,5% del agua es dulce, y la mayor parte de esta se encuentra en la Antártida o en depósitos subterráneos, con un pequeño porcentaje en ríos y lagos. Muchas regiones carecen de la infraestructura necesaria para proporcionar agua potable a sus habitantes.

Este contexto resalta la relevancia de este proyecto de readecuación del sistema de agua potable en Villa Urquiza, que busca solucionar un problema real y proteger el valioso recurso del agua potable. El proyecto se enfoca en la mejora de las instalaciones, las cañerías de distribución y las estructuras de captación de agua, contribuyendo significativamente al bienestar de la comunidad.

1.1. Ubicación geográfica

La localidad de Villa Urquiza es una pequeña localidad situada en el departamento Paraná (Figura 1.1), en la provincia de Entre Ríos, Argentina. Se encuentra a unos 45 km al noreste de la ciudad de Paraná, la capital provincial. La localidad está ubicada a orillas del río Paraná, lo que le confiere un paisaje pintoresco y la convierte en un destino turístico apreciado, especialmente por aquellos que buscan disfrutar de la naturaleza y la tranquilidad.

La localidad es accesible a través de la Ruta Provincial A09, que la conecta con la RN 12 y a través de esta con la localidad de Paraná y otras localidades cercanas. Este fácil acceso, junto con su oferta turística y su ambiente tranquilo, hacen de Villa Urquiza un destino atractivo tanto para residentes de la provincia como para turistas de otras regiones.

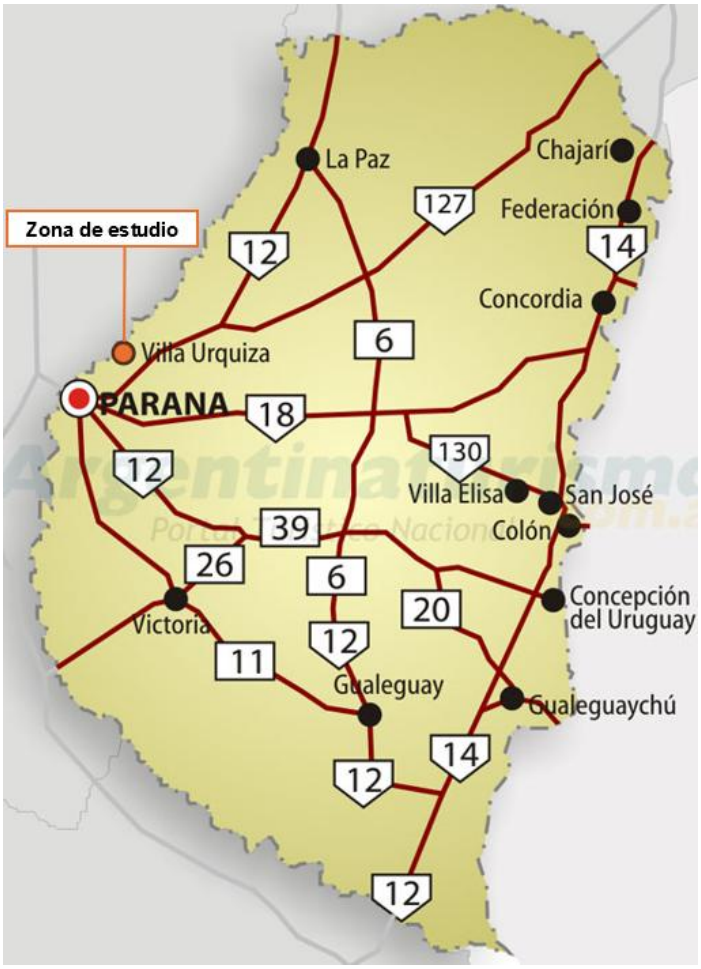


Figura 1.1 – Ubicación de Villa Urquiza (Argentina turismo)

1.2. Breve reseña histórica

La localidad de Villa Urquiza, situada en el departamento Paraná de la provincia Entre Ríos, Argentina, fue fundada el 1º de septiembre de 1853 bajo el nombre original de “Las Conchas”. Esta localidad se estableció como la Primera Colonia Agrícola Militar, creada por el General Justo José de Urquiza. Su origen se caracteriza por la llegada de soldados que habían servido en las campañas de Urquiza, quienes fueron guiados por Don Manuel de Clemente para formar el primer núcleo poblacional. Clemente realizó un parcelamiento inicial de las tierras y facilitó la habilitación de un puerto para impulsar la actividad agrícola.

En 1855, el coronel Doroteo Salazar asumió la administración de la colonia, trayendo consigo un grupo diverso de inmigrantes de Alemania, Suiza, Francia y el País Vasco. Estos nuevos habitantes se dedicaron a la agricultura y ganadería, lo que marcó el inicio de una fase de asentamiento y desarrollo más efectivo.

En 1858, debido al notable progreso de la colonia, el gobierno nacional decidió renombrarla Colonia Urquiza, y dos años después, el 7 de septiembre de 1860, fue elevada a la categoría de villa, pasando a ser conocida como Villa Urquiza. Durante este período, la villa prosperó con un fuerte enfoque en la agricultura y el comercio, especialmente alrededor de su

puerto. Sin embargo, la llegada del ferrocarril a la provincia llevó al cierre del puerto y a una recesión económica en la zona.

Con el tiempo, Villa Urquiza logró adaptarse y revitalizarse a través del turismo, aprovechando su ubicación cerca del río Paraná y sus atractivos naturales para atraer visitantes en busca de tranquilidad y recreación.

1.3. Objeto del proyecto

El presente proyecto final comprende el estudio, análisis y reacondicionamiento del sistema de potabilización de agua de la localidad de Villa Urquiza.

En la actualidad, los residentes enfrentan un grave problema de escasez de agua potable durante el verano, ya que la planta potabilizadora actual (Figura 1.2), construida en dos etapas, no logra satisfacer la demanda necesaria en el período de mayor demanda turística y no tiene margen para cubrir el crecimiento demográfico, lo que resulta en un déficit en este servicio vital. Esta situación obliga a la planta potabilizadora a suministrar a la red un caudal de agua mucho mayor que su capacidad nominal de diseño, lo que provoca falta de suministro en tiempos de máxima demanda y problemas de presión en la red de distribución.

Figura 1.2 - Planta potabilizadora actual

El muelle de toma actual (que se puede ver en la Figura 1.3) consta de un pontón flotante conectado a la tierra a través de la pasarela de acceso. La conexión entre estos dos se realiza mediante un sistema basculante, el cual también se utiliza en la conexión entre la pasarela de acceso y el estribo (ubicado en tierra). Este sistema otorga a la pasarela la capacidad de acomodarse a los niveles del río. No obstante, al no poseer un arriostramiento lateral, se generan movimientos horizontales en la pasarela cuando hay crecidas del río, lo que produce esfuerzos en las conexiones y daños que podrían ser críticos, como se puede ver en la Figura 1.4, pudiendo

llevar al desprendimiento de los rieles del muelle de toma. La cañería de impulsión flexible está fijada a la pasarela por medio de abrazaderas metálicas.

Figura 1.3 - Muelle de toma actual

Figura 1.4 - Estado de la conexión actual, pasarela del muelle de toma

Tanto el sistema de captación de agua en el muelle de toma, su traslado hacia la planta potabilizadora para su tratamiento, como su posterior distribución, son puntos clave para satisfacer las necesidades diarias de consumo óptimo de los habitantes de esta localidad.

1.3.1. Objetivos generales

El objetivo del proyecto es garantizar el suministro de agua potable no solo para toda la planta urbana de la localidad de Villa Urquiza, sino también para las urbanizaciones Ojo de Agua y Solares, las cuales hoy tienen como principal suministro agua de pozo, ya que la impulsión no

llega con presión hacia los tanques elevados de esta zona. Por lo tanto, el proyecto consistió en diseñar una nueva planta potabilizadora que opere en conjunto con la existente, con el fin de cumplir no solo con el déficit que se produce en la hora pico, sino también con la dotación que se requerirá en el futuro. Para ello, se realizaron los estudios necesarios y se proyectó una nueva cañería de distribución y relevamiento de la existente.

De forma alternativa al tema principal de este proyecto, se relevó el muelle flotante de toma existente para diseñar una alternativa en su estructura ya que actualmente se requiere de una estructura de contención para el arriostramiento lateral de los rieles, con el fin de evitar posibles desprendimientos debido a las crecientes más grandes.

1.3.2. Objetivos particulares

Adicionalmente a los objetivos generales, en este proyecto se consideraron objetivos particulares como:

1. Readecuación del muelle de toma, para la alternativa de un muelle fijo.
2. Verificación de la red de distribución y cambios en los tramos de cañería de distribución y e impulsiones existentes donde existan diferencia de niveles importantes que generen problemas de presión.
3. Evaluación socioeconómica y de impacto ambiental del proyecto propuesto.

1.4. Área de estudio

El proyecto abarco el casco urbano central de la localidad de Villa Urquiza y las urbanizaciones Ojo de Agua y Solares, cuyas ubicaciones se pueden observar en las Figuras 1.5 y 1.6 respectivamente, comprendiendo una extensión de aproximadamente 13.200 ha distribuidas en zonas urbanas, rurales y sub-rurales.

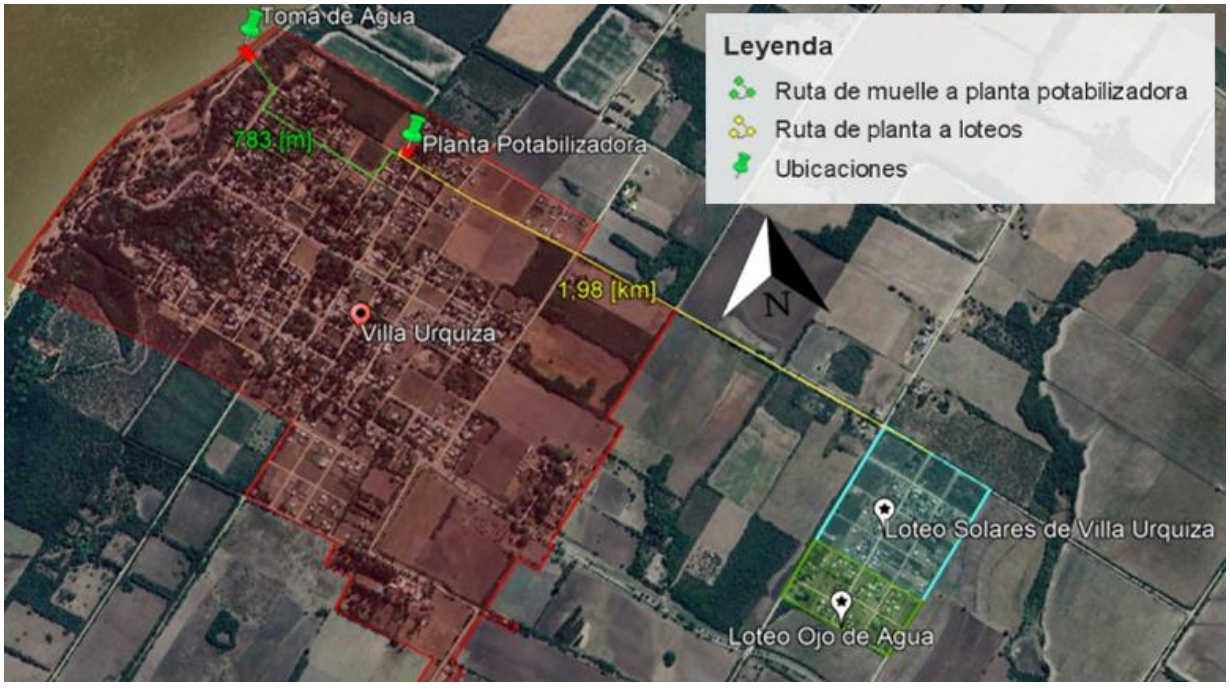


Figura 1.5 – Áreas tratadas y distancias aproximadas a los puntos característicos

Figura 1.6 – Definición de los límites de la planta urbana central de Villa Urquiza

La zona del muelle de toma de donde actualmente se obtiene el suministro de agua se encuentra a aproximadamente 650 m de la planta modular y a 2,6 km de las urbanizaciones Solares y Ojo de Agua ya mencionados, esta distancia se observa en la Figura 1.7.

Figura 1.7 - Ubicación de la planta actual respecto al rio Paraná.

Capítulo 2. Recopilación de antecedentes

Para la recopilación de antecedentes necesarios para el desarrollo de este proyecto, se realizaron diversas visitas a la Municipalidad de Villa Urquiza. El Decano de la facultad brindó su apoyo en este aspecto, redactando una nota dirigida al Intendente en la que expresaba la intención de obtener información sobre la problemática del tratamiento de efluentes cloacales. Sin embargo, desde el municipio se informó que ya se estaba ejecutando un proyecto para abordar este problema.

Durante las conversaciones mantenidas con el personal municipal, surgieron menciones sobre dificultades en el suministro de agua potable en Villa Urquiza. Por lo tanto, se tomó la decisión de modificar la idea original de la propuesta para abordar esta nueva problemática detectada.

Dicha nota se encuentra en el Anexo I.

2.1. Guías ENOHSA

El Ente Nacional de Obras Hídricas de Saneamiento, es un organismo descentralizado de Argentina que depende del Ministerio de Obras Públicas. Su misión principal es planificar, coordinar y ejecutar políticas y obras de infraestructura hídrica y de saneamiento en el país. Dentro de los principales objetivos que posee ENOSHA, se destacan:

- Desarrollo de Infraestructura: Promover y financiar proyectos de obras hídricas y de saneamiento, como plantas potabilizadoras, redes de distribución de agua potable y sistemas de alcantarillado.
- Mejora de la Calidad de Vida: Contribuir a mejorar la calidad de vida de la población mediante el acceso a servicios básicos de agua potable y saneamiento, especialmente en áreas con menor cobertura.
- Gestión Sostenible del Agua: Fomentar el uso sostenible y eficiente de los recursos hídricos, promoviendo prácticas y tecnologías que aseguren la disponibilidad de agua en el futuro.
- Asistencia Técnica y Financiera: Proveer asistencia técnica y financiera a gobiernos provinciales y municipales para la planificación y ejecución de obras de infraestructura hídrica y de saneamiento.
- Educación y Concientización: Desarrollar programas de educación y concientización sobre la importancia del agua potable y el saneamiento, tanto para la salud pública como para el medio ambiente.

En este proyecto, se consideraron los requerimientos necesarios para llevar a cabo trabajos de esta envergadura, haciendo uso de las guías de Agua potable provistas en la página web del Ente Nacional de Obras Hidráulicas de Saneamiento (ENOHSA).

2.1.1. Aspectos considerados en el proyecto

Para sistemas de agua potable y sus readecuaciones, se debe adoptar un enfoque que abarque simultáneamente un conjunto de actividades relacionadas con la mejora comercial, operativa, optimización, rehabilitación y expansión de las instalaciones existentes, así como la ejecución de nuevas instalaciones y el fortalecimiento del organismo encargado del servicio de agua potable. El proyecto también debe incluir análisis de la calidad del agua cruda, así como de los caudales disponibles y sus variaciones a lo largo del año para cada una de las fuentes consideradas.

En este caso donde se llevó a cabo una readecuación del sistema de abastecimiento y potabilización de agua, se puede observar un diagnóstico integral y la consideración de todos los componentes, obras, instalaciones y equipos del sistema en su totalidad, ya sea para sistemas nuevos o para la expansión o rehabilitación de sistemas existentes.

En las siguientes secciones se presenta el desarrollo de los diversos puntos consideraros, y se dejaron plasmadas las normativas que se debían cumplir para el análisis.

2.2. Plan de obras de la planta potabilizadora

El plan de obras que financió la planta potabilizadora actual fue el llamado “Más Cerca: Más Municipio, Mejor País, Más Patria", una iniciativa del gobierno argentino lanzada a principios del año 2013. Este plan tenía como objetivo principal mejorar la infraestructura y la calidad de vida en los municipios de todo el país mediante la ejecución de diversas obras públicas.

Entre las principales áreas de intervención del plan se incluían agua y saneamiento, vivienda y urbanización, infraestructura vial, infraestructura escolar y de salud, y espacios públicos. Se financiaba con fondos nacionales y se ejecutaba en colaboración con los gobiernos provinciales y municipales, bajo la supervisión del Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios de la nación.

El plan tenía como objetivos la mejora de la calidad de vida, el desarrollo local y la reducción de desigualdades regionales. Aunque tuvo un impacto significativo en muchas comunidades, especialmente en aquellas históricamente menos atendidas, también enfrentó críticas y desafíos relacionados con la transparencia y la eficiencia en la ejecución de las obras.

Finalmente, el financiamiento al plan, lo solicita el presidente del municipio de Villa Urquiza, que para aquel entonces era Alberto. J. Gastiazoro mediante nota al Sr. secretario de obras públicas de la nación el 28 de febrero del 2013, que se presenta en el Anexo I.

2.3. Primera etapa llevada a cabo – La planta potabilizadora

Para el año 2013, cuando se proyectó la planta potabilizadora actual, se consideró un total aproximado de 1900 habitantes en toda la jurisdicción. Sin embargo, en épocas vacacionales y/o turísticas (como el verano e invierno), la población lograba alcanzar números mayores, llegando en días festivos y feriados a más de 10.000 habitantes diarios. Aunque estos visitantes no realizaban un consumo diario promedio igual al de un habitante de esta localidad, aumentaban significativamente el consumo. Por lo tanto, en tales fechas, la planta es incapaz de

abastecer a la población con una presión óptima en el suministro de agua potable. Es importante mencionar que, con anterioridad a la ejecución de esta planta potabilizadora, el suministro se realizaba mediante dos (2) pozos subterráneos con bomba.

La toma de agua dulce se realiza desde el propio Rio Paraná, abastecida de los equipamientos necesarios en un muelle sobre la vera del rio, luego es conducida mediante cañerías de impulsión hasta la planta de tratamiento para llegar al objetivo de potabilizarla. Se debe aclarar que las cañerías están instaladas sobre calles públicas y la planta de tratamiento sobre un terreno de propiedad municipal de 910,35 m^2 de superficie (Lote 2, Partida Provincial N°202.279, Mensura N° 143.659) ubicado en la intersección de las calles Maestro Alberdino y Los Laureles. La mensura se puede observar en el Anexo X.

La obra en esta primera etapa comprendió los siguientes puntos:

- Suministro e instalación de una cisterna de PRFV con una capacidad de 100 m^3.
- Montaje de instalaciones electromecánicas para el bombeo de agua potable desde la cisterna hacia el tanque elevado.
- Reemplazo de las cañerías de subida y bajada del tanque elevado, diseñadas para un nuevo período de servicio, incluyendo un by-pass que permita desconectar el tanque sin interrumpir la provisión de agua a la población.
- Construcción de un by-pass que permita retirar la cisterna del servicio sin afectar el suministro normal de agua.
- Edificación de una casilla para alojar las instalaciones electromecánicas de la cisterna y el equipo dosificador de hipoclorito, el cual también deberá ser suministrado e instalado.
- Instalación de aproximadamente 1.100 m de cañerías de distribución, con sus respectivas conexiones, para reemplazar las cañerías principales existentes que no tienen capacidad para la demanda actual, utilizando tuberías.

En febrero del año 2013, se realizó el certificado de no inundabilidad del terreno municipal utilizado por la planta, estableciendo que este mismo no posee riesgo de inundabilidad por curso de agua natural en precipitaciones ordinarias. Dicha documentación se presenta en el Anexo I.

2.3.1. El sistema de potabilización

El sistema que se utilizó para llevar a cabo la potabilización de agua es del tipo “modular” o “compacto”, construido en taller en chapa de acero al carbono con tratamiento y protección superficial interior y exterior para la exposición a la intemperie. Es capaz de tratar 60 m^3/h, y, a diferencia de lo que son las plantas potabilizadoras convencionales, estas requieren una menor obra civil en lo que respecta a su instalación, disminuyendo así los plazos de ejecución, y generando, por lo tanto, una inversión y coste de proyectos reducidos. Por otro lado, al tratarse de un producto compacto, se convierte en una opción óptima para espacios de emplazamiento no tan grandes y que, además, cuentan en el contenedor con todos los elementos necesarios para realizar el tratamiento del agua.

El principio de funcionamiento es del tipo convencional, lo cual quiere decir que el agua que es bombeada desde el rio pasa al llegar a la planta, por procesos de coagulación, floculación, sedimentación y filtración lenta completa.

El proceso completo de la instalación llevó varias etapas, la primera de ellas, se realizó en junio del 2014, la cual consistió en ubicar la planta potabilizadora de forma óptima para realizar un ensamble correcto. Posteriormente, se realizó la colocación de accesorios de armado interno, escalera, plataforma, batea de acero, pasarela, tapa y demás, se hizo hincapié en los paneles, paños filtrantes, la dosificación y todo el armado de cañería para la llegada del agua desde el rio con su bomba de impulsión.

Los parámetros de funcionamiento y calidad de agua deseados que se establecieron para la planta potabilizadora se resumen en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1 – Condiciones de diseño

Condiciones de diseño	
pH	6,5 - 8,5
Turbiedad (NTU)	<3
Color (escala Pt-Co)	<5
Cloro libre (ppm Cl_2 libre)	0,5

Los sistemas de dosificación para los productos químicos están montados al pie de la planta donde las cañerías (desde el punto de vista de la dosificación misma) y la zona de preparación de químicos fue ejecutada con los materiales acordes a la agresividad del químico a conducir. Estos agentes son:

- Sulfato de aluminio en solución acuosa o PAC.
- Poliamina Cuaternaria Catiónica (polielectrolito).
- Hipoclorito de sodio en solución acuosa.
- Agente alcalinizante.

Al inicio del proceso, el agua ingresa a la planta y pasa por un pre-filtro de cestas desmontables de acero inoxidable 304, diseñado para retener sólidos gruesos como ramas, hojas y bolsas de plástico. Para regular el caudal de ingreso, se posee instalada una válvula reguladora con su respectivo caudalímetro.

Al finalizar la potabilización, el agua clarificada es impulsada al tanque de distribución de la planta y, a su vez, al tanque elevado principal, ubicado en la zona central del área urbana de Villa Urquiza. Este proceso se realiza mediante dos bombas centrífugas de eje horizontal, de aproximadamente 7,5 HP de potencia, que manejan caudales de 60 m³/h y soportan una presión de 20 a 25 m.c.a.

2.3.2. La empresa contratista

La empresa contratista que llevó a cabo la primera etapa del proyecto fue BHy S.A. (Bridge Hydrogen S.A.), de Sunchales, Santa Fe, con una oferta de $1.100.000. Fundada en

2009, se especializa en ingeniería en aguas, saneamiento ambiental, químicos e insumos, obras electromecánicas, redes y energías.

2.4. Segunda etapa – Cañería de impulsión desde la toma de agua hasta la planta potabilizadora

Después de haberse completado la primera etapa, se procedió a la apertura de ofertas en el año 2015 para la segunda etapa del proyecto. Esta fase implicó los siguientes puntos:

- Pontón diseñado para permitir la instalación de dos electrobombas adicionales a la existente.
- Pasarela flotante que conecta la línea de ribera con el pontón (la cual se puede ver en la Figura 2.1).
- Pilotes con columnas para anclar la pasarela y asegurar los cabos de sujeción de la pasarela y el pontón.
- Instalación de una electrobomba con su respectivo tablero de comando y control.
- Cañería flexible de impulsión desde la bomba hasta el inicio de la pasarela.
- Cañería de impulsión de PEAD desde la pasarela hasta la parte superior de la barranca, con los anclajes de hormigón correspondientes.
- Cañería de impulsión de PVC desde la parte superior de la barranca, conectando con la de PEAD, hasta enlazar con la cañería que alimenta de agua cruda al módulo de potabilización existente.

Figura 2.1 - Muelle de toma

Se ejecutó una cañería de polietileno de alta densidad (PEAD) de 200 mm de diámetro, tipo PN 10, instalada en la estructura del pontón flotante y hasta la subida de la barranca. Además, se colocaron 650 m de cañería de PVC clase 10, también de 200 mm de diámetro. Ambas soportan una presión de diseño de 10 kPa y se utilizan para la impulsión y transporte del agua desde el río hasta la planta construida en la primera fase.

En este muelle, se realizó la instalación de una cámara húmeda que posee una electrobomba tipo FLYGT (NP 3171 SH 272) sumergible para el bombeo de agua con contenido de sólidos o material de fibras largas, la cual posee un motor eléctrico de 22 KW a 2850 rpm (2 polos). Gracias a las curvas de funcionamiento de esta bomba para el motor dado, se puede ver la capacidad aproximada de la toma de agua.

El 28 de julio del 2016, la empresa “Xylem Water Solutions Argentina S.A.” llevó a cabo un ensayo para la bomba a utilizar, lográndose registrar un caudal de 11,90 lts/seg (equivalente a 42,84 m³/h). El control de producción, como así también la curva de funcionamiento con los datos de esta, se presentan en el Anexo I.

Desde la ejecución del proyecto, se ha utilizado esta bomba cuyo motor, si operara en el punto de máxima eficiencia (P.M.R.), permitiría extraer agua a una tasa de aproximadamente 32,30 l/s, equivalentes a 116,28 m³/h. Esto representa casi el doble de la capacidad de producción de la planta compacta actual (60 m³/h).

Sin embargo, no siempre se trabaja con estos valores, por lo que las bombas suelen calibrarse según los requerimientos de demanda. En este caso, las bombas disponibles (una en funcionamiento y otra de repuesto) están ajustadas para operar con un caudal de 15 l/s y una altura de 60 m.c.a.

2.5. Entrada al servicio en conjunto

En noviembre del año 2018, se realizaron las primeras pruebas de potabilización cumplimentando el proceso completo de captación, procesamiento y almacenamiento, siendo estas exitosas, pero aún entonces no se les había entregado la obra a la Municipalidad de Villa Urquiza hasta que se obtuvieran los valores deseados. En este procedimiento tentativo de muestras, participó el personal técnico de la Dirección Provincial de Obras Sanitarias (DPOSER) y de la empresa que ejecutó la obra.

Pasados unos años, en diciembre del año 2022, se inauguró la Planta Potabilizadora de forma coordinada con los gobiernos municipal, provincial y nacional.

Al analizar las fechas mencionadas previamente, se revela una de las raíces del problema, ya que, desde su inicio en 2013 hasta su operatividad en 2022, la planta estuvo inactiva, lo que provocó un desajuste entre la capacidad prevista de la planta y el crecimiento demográfico experimentado durante ese período, ya que, como se comentó anteriormente, en 2013 se consideró una determinada población, la cual, llegada a abril del 2024 se tiene un desfasaje. Este desfase temporal entre la planificación y la puesta en marcha de la planta ha contribuido a la incapacidad actual de la infraestructura para satisfacer la demanda de agua potable en todo el municipio de Villa Urquiza. Para evitar situaciones similares en el futuro, es crucial implementar un proceso de planificación más ágil y adaptable, así como realizar inversiones anticipadas en infraestructura de acuerdo con el crecimiento proyectado de la población. Además, es fundamental llevar a cabo un monitoreo constante de la demanda de agua y realizar ajustes en la capacidad de la planta en función de los cambios demográficos y las necesidades de la comunidad.

2.5.1. Urbanizaciones Ojo de agua y Solares

Uno de los factores que afecta aún más el consumo, además de lo que se describió en el punto anterior, es que en el año 2021 se toma la iniciativa de llevar a cabo la ampliación de la red de agua potable desde el casco urbano a los terrenos dispuestos en las urbanizaciones de Ojo de Agua y Solares, cuando la planta potabilizadora ya se encontraba instalada. Esto genera un consumo adicional a lo que se había estimado para la planta en el año 2013.

Estos loteos, ubicados a 1.200 m de la planta urbana, cuentan con un total entre ambos de 260 lotes de los cuales 95 cuentan con viviendas ejecutadas.

Actualmente, debido a problemas de presión como se puede observar en las próximas secciones a este proyecto, a estos loteos solo llega una pequeña porción del agua producida en planta, por lo cual, el resto faltante es abastecido por medio de dos tanques elevados con perforación. Se debe tener en cuenta que al combinar agua subterránea de un pozo con agua potable tratada en una misma cañería se presentan varios inconvenientes, que afectan tanto la calidad del servicio como la seguridad del consumo humano.

En primer lugar, aunque el agua subterránea es una fuente natural, puede contener minerales, metales pesados y contaminantes microbiológicos cuya concentración varía, y que pueden no estar adecuadamente controlados sin un tratamiento completo. Esta variabilidad en la calidad del agua subterránea representa un riesgo, ya que podría comprometer la pureza del agua potable proveniente de la planta potabilizadora, que cumple con estrictas normas de potabilidad a través de procesos de purificación que eliminan contaminantes, bacterias y virus. Además, el uso de una única red para distribuir ambos tipos de agua puede generar fluctuaciones en la presión y caudales irregulares, lo que afectaría la eficiencia de la distribución y dificultaría el monitoreo de la calidad del agua. Por lo tanto, en el marco del proyecto, se consideró la posibilidad de dejar sin efecto los pozos de forma temporal y ampliar la infraestructura de cañerías para garantizar que toda el agua distribuida en estos loteos provenga exclusivamente de la planta potabilizadora, asegurando una calidad uniforme y controlada.

Asimismo, se contempla asignar a los tanques actualmente abastecidos por pozos válvulas de control manual o, en su defecto, automáticas, que permitan alternar entre el suministro de la planta potabilizadora y el pozo subterráneo. De esta manera, si ocurre alguna rotura o se requieren trabajos en la cañería o en la planta, no se interrumpirá el suministro, y se podrá reactivar el abastecimiento mediante el agua de pozo.

2.6. Muestras de agua

Desde el municipio, se proporcionó documentación relacionada con los ensayos realizados en el agua. El análisis bacteriológico fue realizado por el laboratorio Integral de Análisis Químicos Industriales y Agropecuarios (Lia Quim), el cual brinda servicios de investigación y consultorías en áreas como medio ambiente, industrias de alimentos e industrias en general. El análisis fue encargado por la Municipalidad de Villa Urquiza, y en la Figura 2.2 se detallan los resultados de las muestras tomadas en diferentes puntos de interés, como los dos tanques del casco urbano, la balsa, Colonia Nueva, Ojo de agua y Solares. Se realizaron pruebas para coliformes totales, así como para microorganismos aerobios mesófilos y aeruginosas.

LIAQuim

LABORATORIO INTEGRAL DE ANALISIS QUIMICOS INDUSTRIALES Y AGROPECUARIOS

URQUIZA 1877 - Tel.: (0343) 442 4404 - e-mail: liaquim@hotmail.com - 3100 - Paraná - Entre Ríos

PROTOCOLO DE ANÁLISIS
BACTERIOLÓGICO DE AGUA

FECHA: 04/07/24
SOLICITANTE: MUNICIPALIDAD DE VILLA URQUIZA
MÉTODO: N.M.P. para Coliformes- APHA 9221
A.P.C. 24-48 Hrs. 35°C para Microorganismos Aerobios Mesófilos
Asparagina – Acetamida Para Pseudomonas

MUESTREO: Realizado por el SOLICITANTE – Fecha RECEP. de Muestra 02/0724
ROTULOS:
MUESTRA Nº1: TANQUE 1
MUESTRA Nº2: TANQUE 2
MUESTRA Nº3: LA BALSA
MUESTRA Nº4: COLONIA NUEVA
MUESTRA Nº5: OJO DE AGUA
MUESTRA Nº6: LOTEO SOLARES

VALORES HALLADOS:

MUESTRA	Coliformes Totales Coli T/100ml	Coliformes a 44,5°C Coli Fec/100ml	Microorg. Aerobios Mesófilos 48 hrs 35°C UFC/1ml	Ps Aureaginosas	CONCLUSION
1	< 1,1	Ausentes	20	Ausentes	AGUA POTABLE
2	< 1,1	Ausentes	<10	Ausentes	AGUA POTABLE
3	< 1,1	Ausentes	<10	Ausentes	AGUA POTABLE
4	< 1,1	Ausentes	<10	Ausentes	AGUA POTABLE
5	< 1,1	Ausentes	<10	Ausentes	AGUA POTABLE
6	< 1,1	Ausentes	<10	Ausentes	AGUA POTABLE
Valores aceptados por CAA	< ó = 1,1	Ausentes	< 500	Ausentes	

Lic Qca Lidia Viale
MP 7315

Figura 2.2 - Análisis bacteriológico de agua de fecha 04/07/2024

Del informe se concluyó que todas las muestras analizadas cumplen con los estándares para ser consideradas como agua potable, ya que los niveles de microorganismos se encuentran dentro de los límites aceptados.

A continuación, en la Tabla 2.2 se presenta un cuadro con los parámetros y características que debe tener el agua para ser potable según las normativas del ENOHSA (Ente Nacional de Obras Hídricas de Saneamiento) de Argentina.

Tabla 2.2 - Parámetros deseados

Parámetro	Unidad	Valor Máximo Permitido	Observaciones
pH	-	6.5 - 8.5	Rango aceptable para el consumo humano.
Turbiedad	UNT	≤ 5	La turbiedad debe ser baja para asegurar que el agua sea clara y esté libre de partículas suspendidas.
Color Verdadero	UPt-Co	≤ 15	Indicador de la presencia de materia orgánica y otros compuestos en el agua.
Sabor y Olor	-	Aceptable	No debe tener sabores u olores objetables para el consumidor.
Cloro Residual Libre	mg/L	0.2 - 0.5	Asegura la desinfección del agua y protege contra la recontaminación.
Hierro (Fe)	mg/L	≤ 0.3	Altos niveles pueden causar manchas y afectar el sabor del agua.
Manganeso (Mn)	mg/L	≤ 0.1	En exceso, puede afectar el sabor y causar manchas en la ropa.
Nitratos (NO3-)	mg/L	≤ 45	Altos niveles pueden ser peligrosos, especialmente para bebés.
Nitritos (NO2-)	mg/L	≤ 0.1	Pueden ser tóxicos, especialmente para bebés.
Dureza Total	mg/L CaCO3	200 - 500	Alta dureza puede causar acumulación de sarro, mientras que baja dureza puede afectar la efectividad del jabón.
Aluminio (Al)	mg/L	≤ 0.2	Utilizado en el tratamiento del agua, pero debe controlarse para evitar efectos adversos.
Arsénico (As)	mg/L	≤ 0.01	Elemento tóxico, su concentración debe ser mínima para evitar efectos negativos sobre la salud.
Plomo (Pb)	mg/L	≤ 0.01	Metal tóxico, especialmente peligroso para niños y mujeres embarazadas.
Mercurio (Hg)	mg/L	≤ 0.001	Altamente tóxico incluso en pequeñas cantidades.
Coliformes Totales	NMP/100 mL	0	Indicador de contaminación microbiológica.
E. coli	NMP/100 mL	0	Presencia indica contaminación fecal y riesgo de enfermedades.

Capítulo 3. Información topográfica y batimétrica

3.1. Introducción

La provincia de Entre Ríos se caracteriza por una llanura que varía de levemente ondulada a completamente plana, abarcando una superficie de 66.976 km² de tierra firme. De los 78.781 km² que conforman la provincia, 11.805 km² corresponden a islas y tierras propensas a inundaciones. Como se puede observar en la Figura 3.1, la zona de estudio se encuentra en la región 4, donde las elevaciones más comunes oscilan entre los 50 y 65 m sobre el nivel del mar, con una altitud máxima de 119 m.

Este sector forma parte de las "Lomadas loéssicas de Crespo", la región más elevada de Entre Ríos, que se distingue por un paisaje ondulado. A partir de los 80 m de altura, el área está cubierta por una capa de loess con un espesor que varía entre 2 y 4 m, y presenta pendientes activas que oscilan entre el 3,5% y el 5,5%.

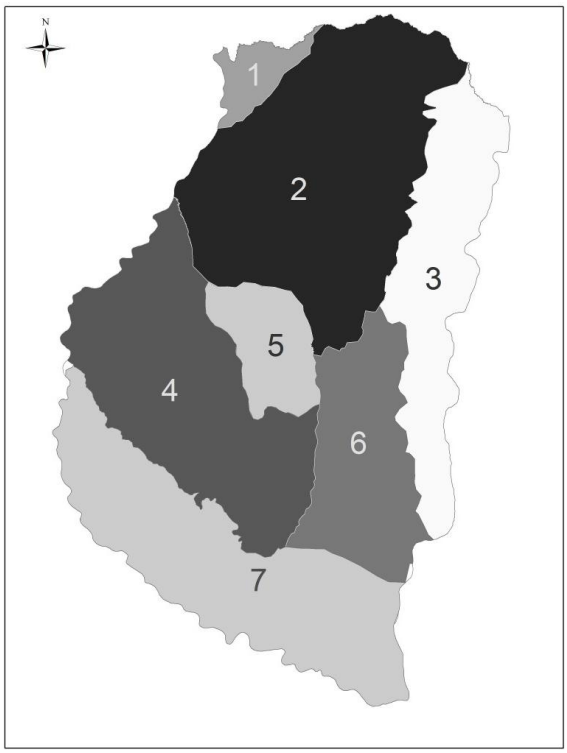


Figura 3.1 - Regiones geomorfológicas de Entre Ríos

3.1.1. El Instituto Geográfico Nacional (IGN)

El IGN (Instituto Geográfico Nacional de Argentina) es el organismo encargado de producir, administrar y publicar la información geográfica oficial del país. Entre sus principales funciones se encuentran la elaboración de mapas topográficos, cartografía catastral, el estudio de geodesia, y la administración de un sistema nacional de referencia geodésica.

3.1.2. El río Paraná

El río Paraná es uno de los más importantes de Sudamérica y el segundo más largo del continente, después del Amazonas. Nace en Brasil, en la confluencia de los ríos Grande y Paranaíba, y recorre aproximadamente 4.880 km hasta desembocar en el Río de la Plata, en Argentina. A lo largo de su curso, atraviesa Brasil, Paraguay y Argentina, formando una cuenca hidrográfica extensa que abarca más de 3.000.000 km².

Desempeña un papel fundamental en la vida económica, social y ambiental de los países que atraviesa. Su relevancia va más allá de su impresionante tamaño, ya que su cuenca y recursos han sido aprovechados por siglos, impulsando el desarrollo de diversas actividades humanas y sosteniendo ecosistemas vitales. A continuación, se detallan algunas de las principales razones que subrayan la importancia del río Paraná:

- Hidroelectricidad: El río Paraná alberga una de las represas hidroeléctricas más grandes del mundo, la represa de Itaipú, ubicada en la frontera entre Brasil y Paraguay.
- Navegación: Es una vía de transporte fluvial crucial, especialmente para Argentina y Paraguay, permitiendo la exportación de productos agrícolas y otros bienes.
- Biodiversidad: La cuenca del río Paraná es rica en biodiversidad, albergando diversas especies de peces, aves y otros animales. También es un área de gran importancia ecológica debido a sus humedales y sistemas de estuarios.
- Economía: Su cuenca es vital para la agricultura, la pesca y la generación de energía en la región. Además, el río es fundamental para el abastecimiento de agua en muchas comunidades.

3.1.3. Cuenca propia del Paraná Medio

Se trata de una subdivisión de la cuenca del río Paraná que abarca la sección media de su curso, ubicada entre la desembocadura del río Paraguay y el inicio del delta del Paraná, antes de que el río se divida en varios brazos hacia su desembocadura en el Río de la Plata. Este tramo central del Paraná comprende territorios de Argentina, Paraguay y Brasil, y se caracteriza por ser una vasta llanura aluvial con numerosos brazos, islas y lagunas.

En esta región, el río Paraná fluye más lentamente, acumulando sedimentos y formando grandes humedales, lo que le otorga una importancia ecológica significativa. Además, esta cuenca desempeña un papel clave en las actividades agrícolas, pesqueras y en la navegación, sirviendo como una importante vía de transporte. También es fundamental en la regulación hídrica, actuando como un amortiguador natural de crecidas y contribuyendo a la provisión de agua en las zonas aledañas.

3.2. Información topográfica

Con el objetivo de evaluar la red de distribución de agua potable mediante la modelación hidráulica, se obtuvieron las cotas de elevación en distintos puntos de interés de la trama urbana. Esto permitió determinar pendientes en los tramos y analizar factores que afectan a la red, como las pérdidas de presión.

Para ello, se utilizó un Modelo Digital de Elevación (MDE) del IGN con una resolución de 5 m obtenido a partir de relevamientos aerofotogramétricos mediante satélites. La información fue obtenida de la página del Instituto Geográfico Nacional de la República Argentina.

El MDE se georreferenció en el software QGIS para alinearlo correctamente con las coordenadas geográficas. Esto permitió generar nuevas entidades geoespaciales (puntos, líneas y polígonos, entre otros) y anexar información relevante al proyecto, facilitando posteriormente la determinación de rutas óptimas para la red de distribución.

Es importante saber distinguir entre un MDE y un Modelo Digital Topográfico (MDT). Por un lado, mientras que el MDE representa únicamente la altitud del terreno, sin excluir vegetación, edificaciones u otras estructuras, el MDT ofrece una caracterización más detallada, incluyendo elementos naturales y artificiales como cuerpos de agua y construcciones, esta comparación se puede ver en la Figura 3.2. Aunque el MDT permite una representación más detallada al incluir elementos no topográficos (y por tanto habría sido la opción óptima), se utilizó el MDE debido a la indisponibilidad de datos de MDT para el área de estudio.

Figura 3.2 - Diferencia entre MDE y MDT

El Modelo Digital de Elevación (MDE) provisto por el Instituto Geográfico Nacional (IGN) para la zona de estudio, con una resolución de 5 m, permitió la elaboración de un mapa de curvas de nivel. Sin embargo, dado que este MDE incluye los niveles de edificaciones y árboles, fue necesario considerar que en las calles no hubiera árboles de gran altura que afectaran la precisión de los valores obtenidos.

Inicialmente, se delimitó el área de trabajo mediante la creación de un archivo KML en Google Earth, aprovechando su versatilidad para la visualización, análisis y presentación de datos geoespaciales. A partir de esta delimitación, se utilizó la plataforma Argenmap del IGN para obtener el MDE con una resolución espacial de 5 m y una precisión vertical submétrica, este proceso se puede observar en la Figura 3.3.

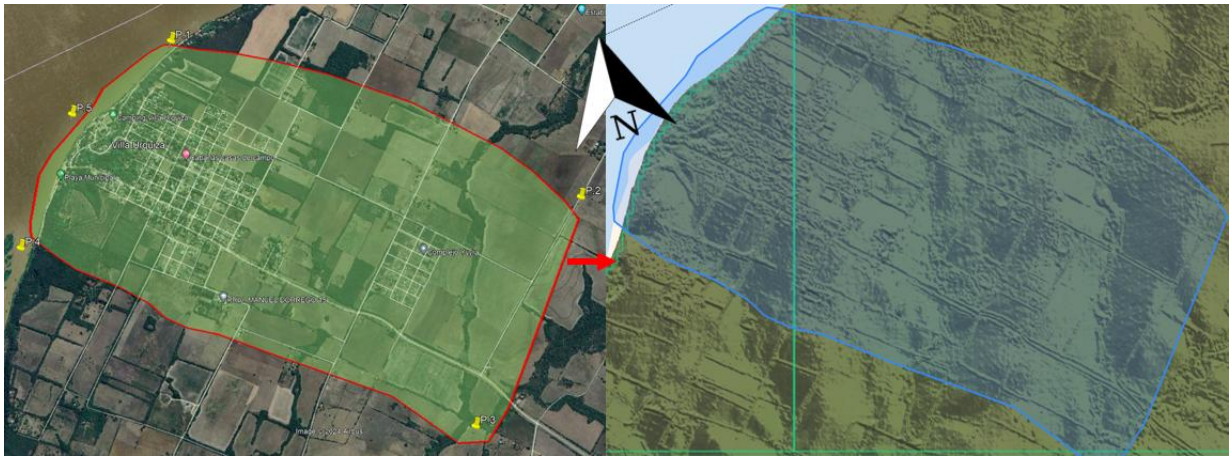


Figura 3.3 – Área de trabajo, Villa Urquiza

Para el modelo de elevación se tuvo en cuenta que su resolución espacial de 5 m significa que el modelo está compuesto por una cuadrícula de celdas de 5 m × 5 m, donde cada celda representa una altura promedio del terreno en esa superficie dada.

Mediante el uso de QGIS, se procesaron las capas ráster obtenidas del MDE, generando las curvas de nivel de la zona de estudio como se puede ver en la Figura 3.4.

Figura 3.4 – Ráster y curvas de nivel – Villa Urquiza - MDE – QGIS

3.2.1. Obtención y validación de cotas de elevación

Tras generar las curvas de nivel, se distribuyeron puntos estratégicos en el área de estudio, enfocándose en esquinas de manzana y tramos intermedios de calles largas para captar con la mayor precisión posible las variaciones topográficas requeridas en la modelación hidráulica. Se excluyeron áreas con edificaciones o vegetación densa, ya que estos elementos distorsionaban los valores de elevación derivados del MDE. Sin embargo, los datos iniciales no fueron definitivos debido a irregularidades del MDE en escalas reducidas, como esquinas o cambios abruptos de terreno, lo que requirió un proceso iterativo de ajuste.

Para garantizar la exactitud de las cotas, en QGIS se tomó el MDE como base, haciendo uso de herramientas adicionales al software. Inicialmente, se extrajeron los valores de elevación directamente del ráster en cada punto seleccionado. Sin embargo, se identificaron discrepancias

en zonas pequeñas, donde mínimos desplazamientos generaban diferencias significativas en las cotas. Para resolver esto, se empleó el complemento Profile Tool, que permitió trazar perfiles topográficos a lo largo de polilíneas temporales en calles y sectores críticos (que se puede ver en la Figura 3.5). Estos perfiles evidenciaron la continuidad de las pendientes y ayudaron a detectar anomalías, como saltos bruscos o valores incongruentes con la topografía real.

Figura 3.5 – Perfiles temporales para análisis de variaciones en el MDE

El proceso demandó múltiples iteraciones. En calles con pendientes pronunciadas o esquinas con alta variabilidad, se repitieron los perfiles en distintas direcciones, contrastando resultados hasta obtener valores coherentes con el entorno topográfico. Adicionalmente, se superpusieron las curvas de nivel con los puntos ajustados para validar su consistencia, como se puede ver en la Figura 3.6. Una vez ajustados los datos, se consolidó una base de datos integrando las cotas validadas con sus coordenadas X y Y.

Figura 3.6 – Superposición de cotas de elevación con curvas de nivel

Finalmente, los datos se exportaron a formato CSV para su implementación en EPANET, optimizando la creación del modelo hidráulico. Los gráficos de perfiles representativos y la distribución espacial de puntos y curvas de nivel se documentan en el Anexo X. Esta metodología no solo mejoró la precisión de las cotas, sino que permitió trabajar de manera coordinadas con ambos softwares (QGIS y EPANET) a la vez.

3.3. Información batimétrica

El municipio de Villa Urquiza tuvo acceso a una batimetría realizada en 2014, cuyo recorte puede observarse en la Figura 3.7. Este estudio fue llevado a cabo por la Secretaría de Transporte, a través de la Subsecretaría de Puertos y Vías Navegables. El estudio batimétrico completo se dispone en el Anexo X.

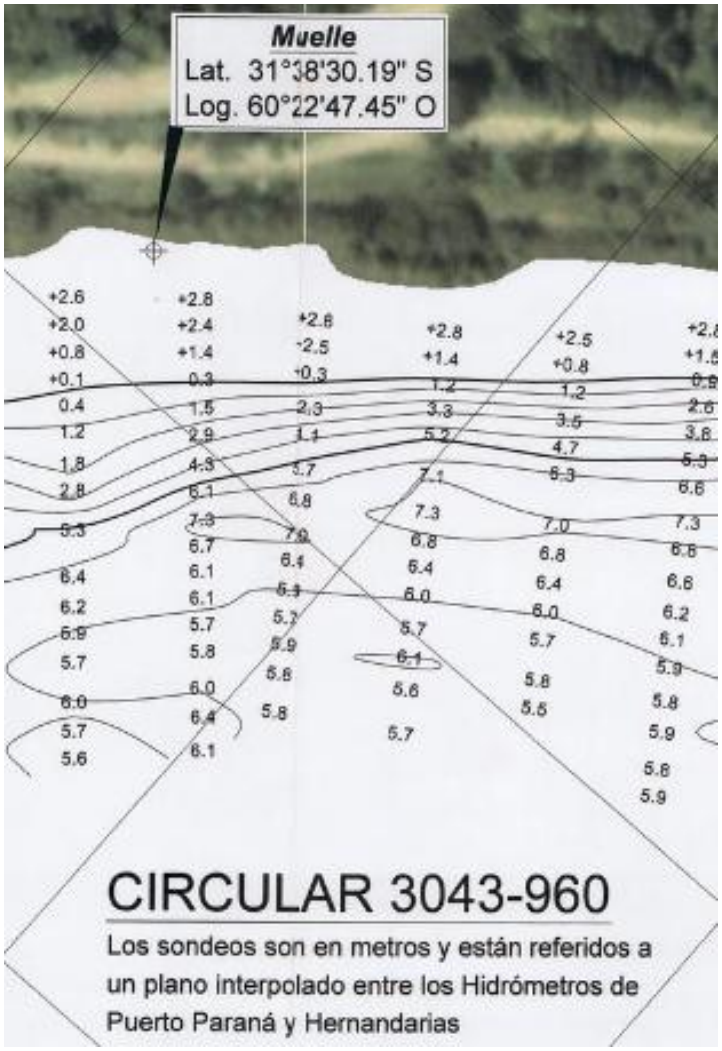


Figura 3.7 - Batimetría de la zona del muelle de toma realizada por la subsecretaria de puertos y vías navegables

3.4. Análisis de la batimetría

La batimetría que se adjuntó anteriormente posee una escala de 1:1.000 por lo cual, un centímetro en el plano, son 10 m en la realidad. Dicho esto, para poder realizar un perfil longitudinal en la ubicación del muelle, se utilizaron las progresivas y cotas dispuestas en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1 - Datos batimétricos del Muelle de Toma

Cota 0: Estación – Villa Urquiza		10,23 m
Progresiva m	Elev m	Cota IGN m
0	2,8	13,03
5	2,4	12,63
10	1,4	11,63
15	0,3	10,53

Cota 0: Estación – Villa Urquiza		10,23 m
Progresiva m	Elev m	Cota IGN m
20	-1,5	8,73
25	-2,9	7,33
30	-4,3	5,93
35	-6,1	4,13
40	-7,3	2,93
45	-6,7	3,53
50	-6,1	4,13
55	-6,1	4,13
60	-5,7	4,53
65	-5,8	4,43
70	-6	4,23
75	-6,4	3,83
80	-6,1	4,13

De este modo, utilizando estos valores junto con las cotas de elevación en la zona del muelle, se logró complementar el modelo del terreno bajo el agua en el área de estudio anexándolas a las elevaciones obtenidas a partir de las curvas de nivel generadas mediante el Modelo Digital de Elevación.

Capítulo 4. Estudio demográfico

Para este proyecto se realizó un estudio demográfico, para lo cual se recurrió a datos proporcionados por el municipio y al Censo Nacional de Población, Hogares y Vivienda, elaborado por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC). Esta información fue fundamental para definir la población actual y su proyección futura, ya que el número de habitantes, sumado a las características del área de estudio, permitió determinar la demanda a abastecer en la actualidad y la esperada durante el período de diseño establecido.

Posteriormente, se procedió a utilizar tres métodos demográficos proporcionados por el Ente Nacional de Obras Hídricas de Saneamiento (ENOHSA). Estos métodos, basados en estadísticas, permitieron estimar la población futura y comparar los resultados entre sí. En esta sección, se presentan de manera resumida los valores obtenidos, mientras que el detalle del cálculo de estos métodos se encuentra disponible en el Anexo II.

4.1. Análisis demográfico de la población

Para realizar el análisis demográfico de la localidad de Villa Urquiza se contó con datos suficientes para calcular la población, ya que el último censo (2022) proporcionó información a nivel local, incluyendo el casco urbano central y las urbanizaciones Ojo de Agua y Solares. La envolvente censal puede observarse en la Figura 4.1. En primer lugar, se estimó la población actual proyectando el crecimiento entre los años 2022 y 2024, mediante cálculos aritméticos basados en los censos de años anteriores.

Figura 4.1 - Envolvente Censal de Villa Urquiza - INDEC 2022

4.2. Cálculo de la población actual

Para estimar la población actual, se utilizaron los datos de los censos realizados en los años 2001, 2010 y 2022, aplicando los métodos aritmético y geométrico para proyectar los datos del año 2022 al 2025. El método aritmético asume un crecimiento lineal de la población, mientras que el método geométrico consideró un crecimiento proporcional al tiempo transcurrido.

4.2.1. Método aritmético

En virtud de la ubicación de Villa Urquiza, la cual se encuentra rodeada de áreas suburbanas y rurales, posee un vasto espacio disponible para su expansión territorial. Dicha característica geográfica permitió que, a lo largo del tiempo, se registrara un incremento constante de su población, tanto por el crecimiento natural como por la migración de habitantes provenientes de zonas aledañas.

Para analizar y proyectar este fenómeno demográfico, se utilizaron dos herramientas metodológicas fundamentales: la Ecuación N° 1 y la Ecuación N° 2. Ambas, en conjunto, consideran todos los factores correspondientes al crecimiento poblacional, tales como la tasa de natalidad, la tasa de mortalidad, los flujos migratorios y la capacidad de acogida del territorio.

$$P_f = P_u + k * (t_u - t_o) \qquad \text{(Ecuación N° 1)}$$

Siendo:

- P_u: población del último año censado:
- P_o: población del censo anterior
- K: constante de tasa de crecimiento.
- t_u: año a la cual se proyecta la información
- t_o: año censo inicial.

$$k = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{(P_u - P_o)}{(t_u - t_o)} \qquad \text{(Ecuación N° 2)}$$

Aplicando estas ecuaciones se obtuvieron los resultados que se pueden apreciar en la Tabla 4.1 y en la Figura 4.2.

Tabla 4.1 - Resultados del método aritmético

Método aritmético		
k	Año	P
0	2001	1.566
5,4	2010	1.615
12,8	2022	1.769
13,0	2024	1.795
13,0	2025	1.808

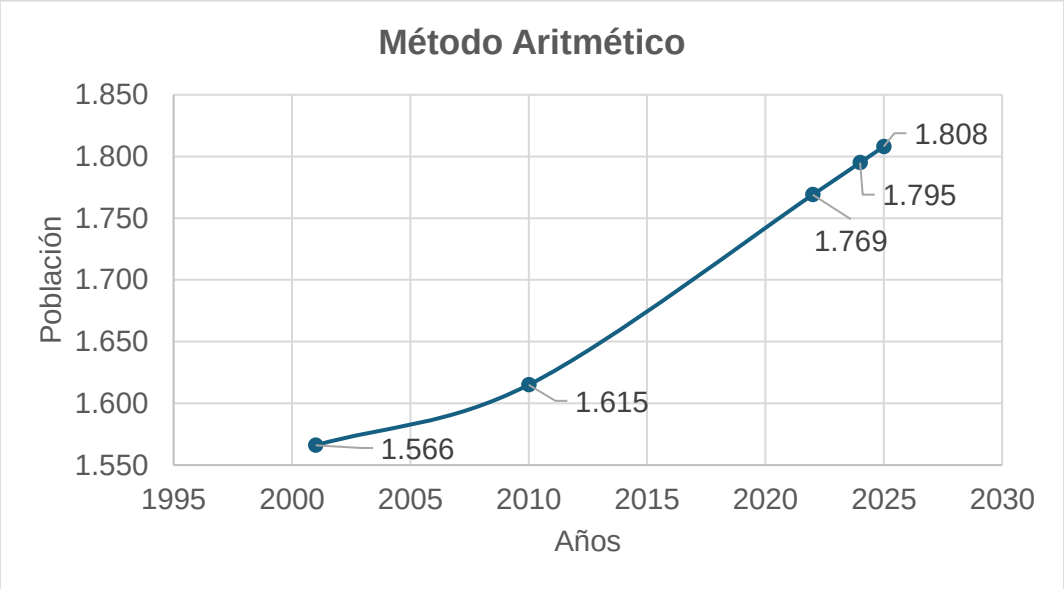


Figura 4.2 - Grafica de resultados del método aritmético

A partir de estos valores, se calcularon las tasas de incremento interanuales para cada período censal mediante la aplicación de la Ecuación N°3, cuyos parámetros se definieron anteriormente. Los resultados obtenidos se pueden observar en la Tabla 4.2.

$$k = \left(\frac{P_u - P_o}{n}\right) \qquad \text{(Ecuación N° 3)}$$

Tabla 4.2 – Tasa de incremento interanual aritmética (k)

Período censal	n	P_u - P_o	k
2001-2010	9	1.615 – 1.566	5,44
2010-2022	12	1.769 – 1.615	12,83
2022-2024	2	1.795 – 1.769	13,00
2024-2025	1	1.808 – 1.795	13,00

Los valores de la última columna representan el crecimiento anual de habitantes. Se observa que, en el primer período censal, se encuentra la menor tasa de incremento anual, mientras que desde el año 2010 a 2025 se mantiene una baja variación en la tasa de crecimiento.

4.2.2. Método geométrico

Este modelo se basa en la premisa de que una población puede crecer (o disminuir) de manera exponencial, siguiendo una tasa de crecimiento constante a lo largo del tiempo. Este comportamiento, característico de las poblaciones que no están sujetas a restricciones significativas de espacio o recursos, se representa mediante las Ecuaciones N° 4 y N° 5.

$$P_f = P_1 * (1 + r)^{(t_f - t_1)} \qquad \text{(Ecuación N° 4)}$$

Siendo:

- P_1: población censo inicial considerado.

- r: tasa de crecimiento anual
- t_f: año a la cual se proyecta la información
- t_1: año censo inicial.

$$r = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\left(\frac{1}{T_2 - T_1}\right)} - 1 \qquad \text{(Ecuación N° 5)}$$

Siendo:

- P_2: población último censo considerado.
- P_1: población censo inicial considerado.
- T_2: año correspondiente al último censo considerado.
- T_1: año censo inicial considerado.

Los resultados obtenidos con se observan en la Tabla 4.3 y en la Figura 4.3.

Tabla 4.3 - Resultados del método geométrico

Método geométrico		
r	Año	P
0	2001	1.566
0,003	2010	1.615
0,008	2022	1.769
0,008	2024	1.796
0,008	2025	1.810

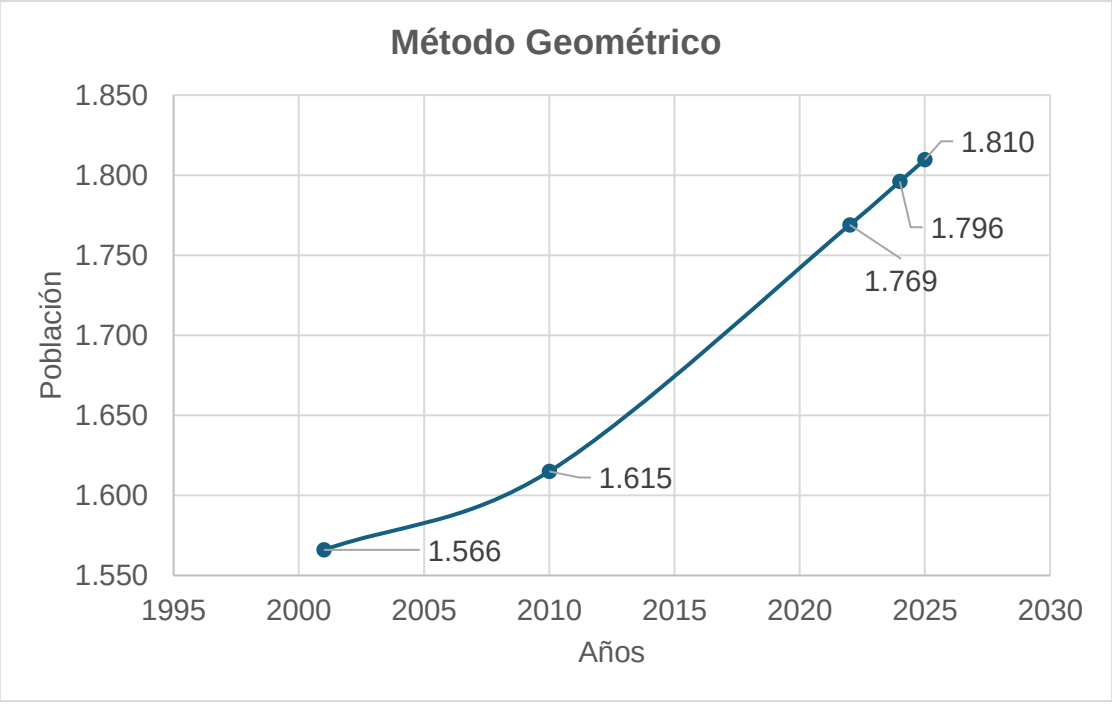


Figura 4.3 - Grafica de resultados del método geométrico

De manera análoga al método anterior, se calcularon las tasas de incremento interanual geométricas mediante la Ecuación N°6. Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 4.4.

$$r = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{1/n} - 1 \qquad \text{(Ecuación N° 6)}$$

Tabla 4.4 - Tasa de incremento interanual geométrica (r)

Período censal	n	P_2 / P_1	r
2001-2010	9	1.615 / 1.566	0,34%
2010-2022	12	1.769 / 1.615	0,76%
2022-2024	2	1.796 / 1.769	0,76%
2024-2025	1	1.809 / 1.796	0,76%

Los valores de la última columna representan el crecimiento poblacional anual compuesto, lo que implica que cada año la población aumenta en un porcentaje constante respecto al año anterior. Como era de esperarse, el período 2001-2010 registró la menor tasa de crecimiento (0,34%), mientras que en los períodos posteriores se observa un incremento que pasa a ser constante.

4.2.3. Conclusión

Se observa que los métodos geométrico y aritmético arrojan valores muy similares. Para este proyecto, se optó por utilizar los resultados del método geométrico, obteniendo una población estimada de 1.796 habitantes para el año 2024 y 1.810 habitantes para el año 2025.

Cabe destacar que, según información proporcionada por personal municipal, la población total de la planta urbana central de Villa Urquiza, junto con las urbanizaciones Ojo de Agua y Soares, rondaba los 1.800 habitantes. Este dato coincide con las proyecciones obtenidas, lo cual refuerza la validez y confiabilidad de los resultados para su uso la proyección futura.

4.3. Cálculo de proyección de la población

Para el desarrollo de este proyecto, se estableció un período de vida útil que permitiera proyectar de manera realista el crecimiento poblacional del área de estudio. Este horizonte temporal fue fundamental para determinar los caudales de diseño del sistema de agua potable, asegurando su capacidad para cubrir las demandas futuras de manera eficiente y sostenible.

Posteriormente, la estimación de la población futura se realizó mediante el método de las tasas geométricas decrecientes, el cual considera una reducción progresiva del crecimiento en función de tendencias históricas. Este enfoque fue seleccionado debido a que el comportamiento histórico de la población en la localidad de Villa Urquiza sigue un patrón exponencial con signos de desaceleración.

4.3.1. Período de diseño

Para definir el período de diseño adecuado para este proyecto, se utilizó como referencia la Tabla 4.5, proporcionada por el ENOHSA.

Tabla 4.5 - Períodos de diseño para Sistemas de agua potable

Sector	Período de diseño años
Sistemas de Captación	20 (Superficiales) 10 (Pozos)
Líneas de Impulsión	15
Plantas de Potabilización Obras Civiles básicas Obras Civiles del Módulo de tratamiento 1ª etapa Instalaciones electromecánicas	 20 10 10
Tanques y Cisternas de Almacenamiento	10
Redes de Distribución	15
Estaciones de Bombeo Obras Civiles Instalaciones electromecánicas	 20 10
Medidores Domiciliarios	5 a 8

Para obras de redes de distribución y plantas potabilizadoras, como las contempladas en este proyecto, es común emplear períodos de diseño que oscilan entre 20 y 30 años. Si bien la tabla proporcionada por el ENOHSA establece un valor máximo de 20 años para obras civiles, en esta ocasión se justificó la adopción de un período de diseño de 30 años debido a la naturaleza integral de la readecuación del sistema de agua potable de la localidad.

En este caso, se consideró la ejecución del proyecto durante el año 2024, la obra durante el año 2025 y su habilitación en el año 2026, estableciéndose como fin del período de diseño el año 2055.

4.3.2. Distribución espacial de la población

Fue fundamental analizar toda la información disponible sobre la población de la localidad, con el objetivo de comprender sus características demográficas y determinar los factores que incidieron de manera significativa en su evolución. En el marco de este proyecto, no solo se buscó proyectar la cantidad de habitantes a abastecer en el futuro, sino también entender los movimientos específicos asociados al turismo en Villa Urquiza.

Por lo tanto, para la proyección demográfica, de acuerdo con las normas establecidas por las guías de ENOHSA, se definieron los siguientes conceptos:

- Población actual (P_a): N° de habitantes existente al momento de la ejecución del proyecto.
- Población inicial (P_o): población proyectada para el año en que se habilitará la obra (n = 0, inicio del período de diseño).
- Población en el año n (P_n): población proyectada para el año n, calculado a partir del inicio del período de diseño.
- Población final (P_{30}): población estimada para el último año del período de diseño (n = 30).

- Período de proyecto y construcción de la obra (n_0): intervalo de tiempo entre el año de ejecución del proyecto y el de habilitación de la obra, estimado de 1 a 2 años según la complejidad de esta última.

Para determinar la distribución espacial de la población al momento de la elaboración de este proyecto, se utilizaron fotografías satelitales obtenidas mediante el software Google Earth, junto con datos históricos y catastrales proporcionados por la municipalidad. En la Figura 4.4 se muestra la distribución espacial del área de estudio, destacando la concentración de población en el área urbana central consolidada. En la misma, se identificaron las siguientes áreas:

- Área urbana consolidada: compuesta principalmente por zonas residenciales, comerciales, de servicios, administrativas e institucionales.
- Áreas de urbanización prioritaria: sectores no consolidados, con urbanización dispersa y terrenos vacantes con potencial para desarrollo.
- Áreas de urbanización diferida: superficies planificadas para construcción a mediano o largo plazo, con posibilidades de desarrollo de infraestructura y servicios.
- Áreas verdes recreativas: espacios designados para actividades recreativas, cubiertos principalmente por áreas verdes.

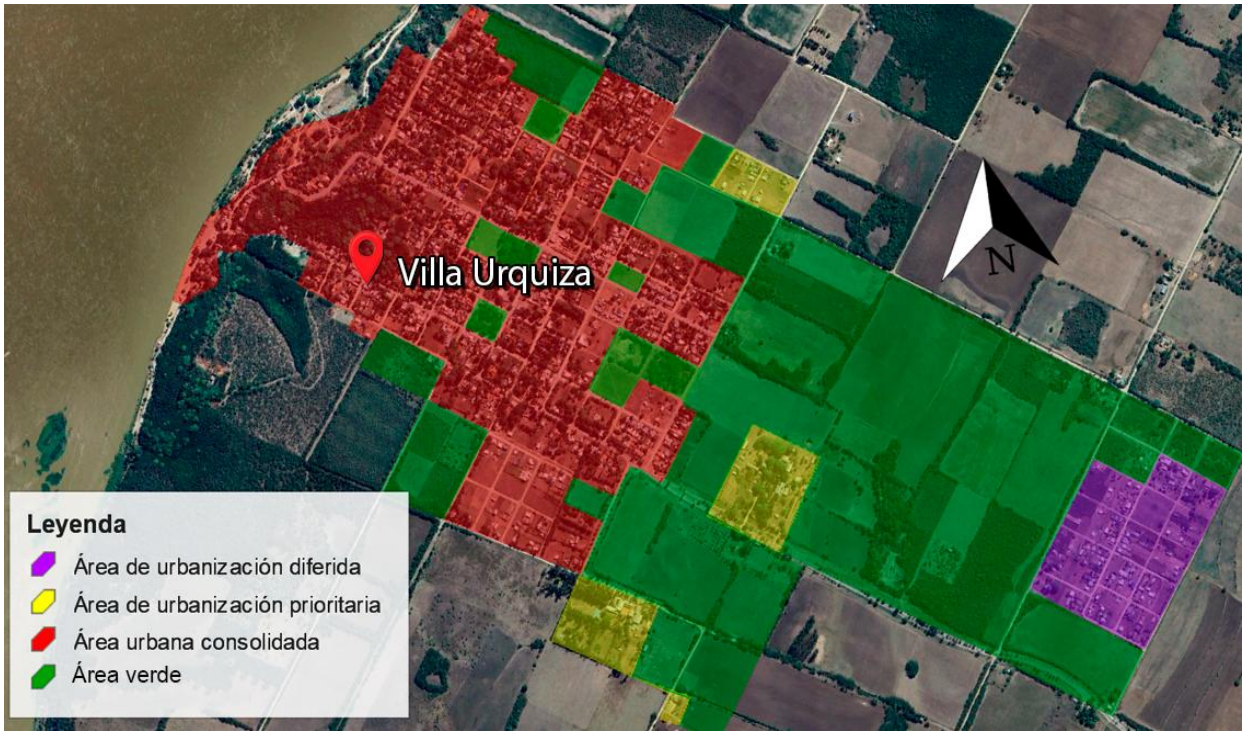


Figura 4.4 – Distribución espacial de Villa Urquiza

Adicionalmente, basándose en los planos catastrales y en el análisis de imágenes satelitales, en la Figura 4.5 se muestran las edificaciones y urbanizaciones actualmente consolidadas.

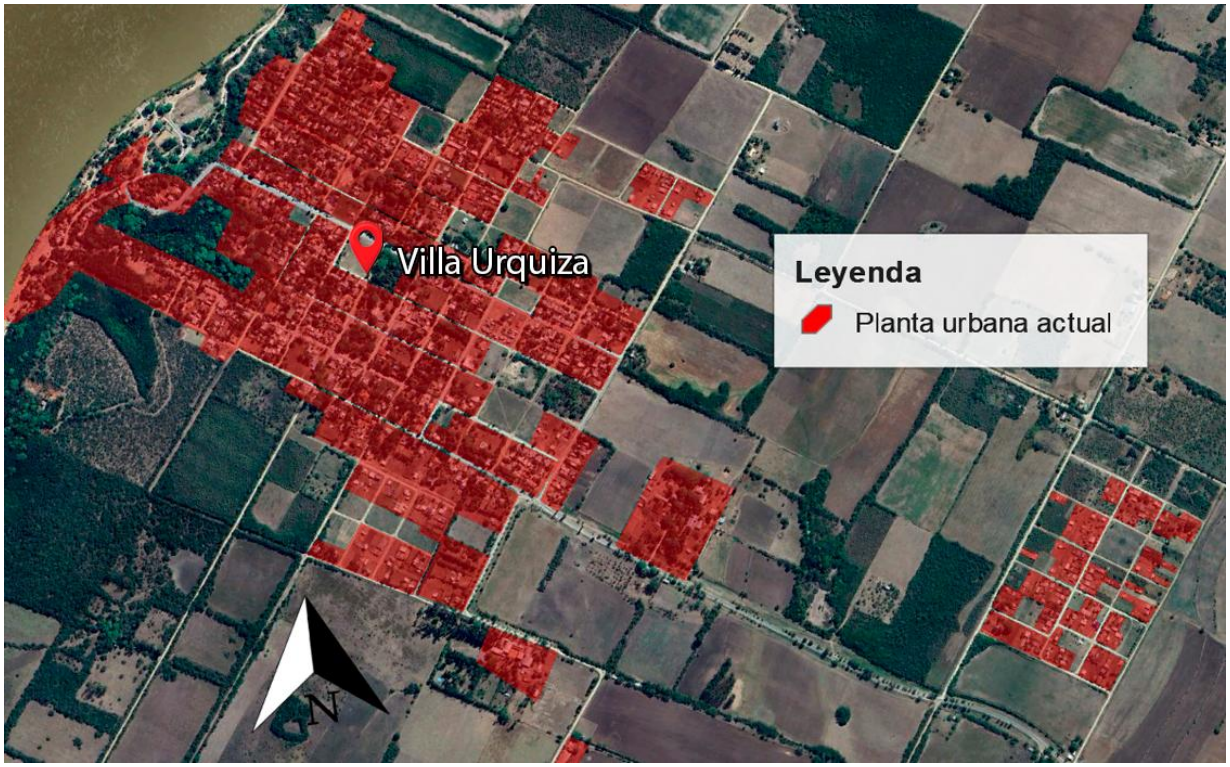


Figura 4.5 – Edificaciones existentes

En la Figura 4.6 se muestran los lotes baldíos existentes al momento del desarrollo de este proyecto. Para fines de cálculo, se estimó que, al final del período de diseño (año 2055), estos lotes estarán edificados.

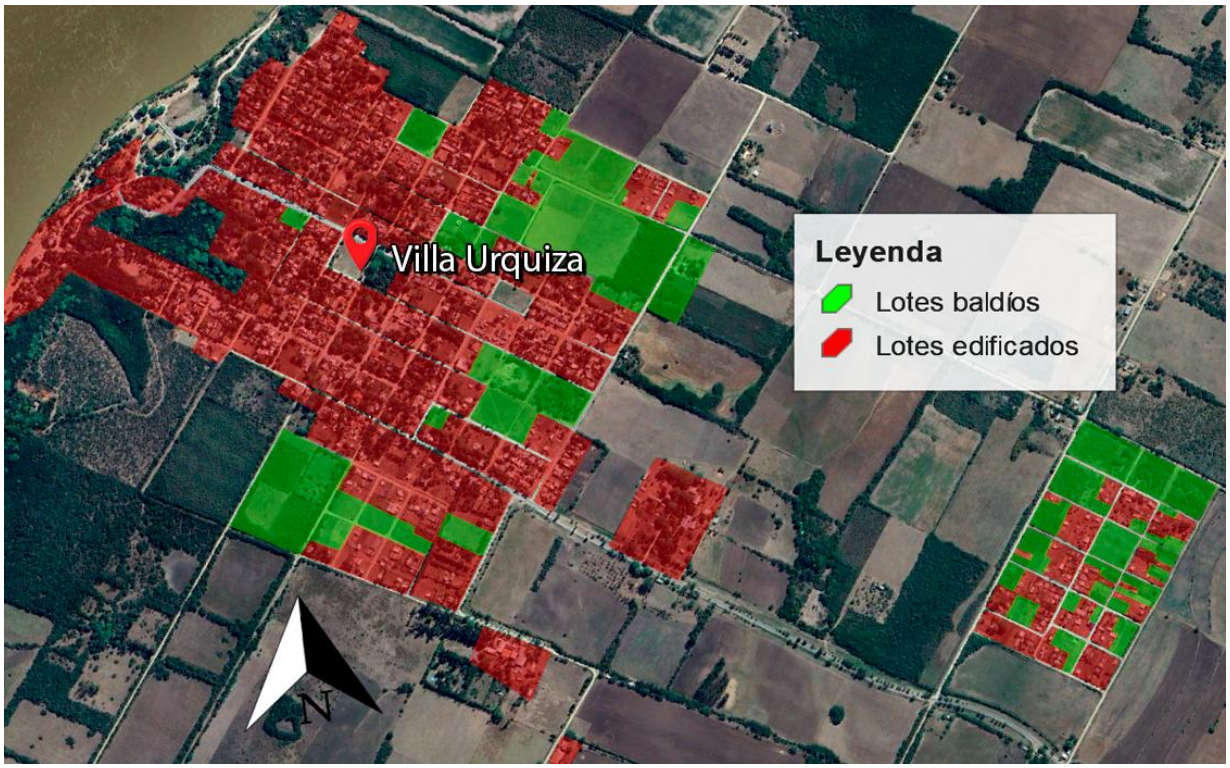


Figura 4.6 – Lotes baldíos actuales

4.3.3. Aplicación del Método de las tasas geométricas decrecientes

Este método se basa en la observación de que las tasas de crecimiento poblacional tienden a disminuir con el tiempo. Para su aplicación, se utilizaron datos históricos de población con el fin de calcular una tasa de crecimiento inicial, la cual se ajustó posteriormente en función de una reducción progresiva esperada. La memoria de cálculo detallada se encuentra en el Anexo II.

Como población inicial se adoptó la correspondiente al año de habilitación del sistema (2026). Cabe destacar que, si bien los métodos aritmético y geométrico permitieron estimar valores poblacionales para el año actual (2025), en las proyecciones se utilizaron exclusivamente los datos censales oficiales de los últimos años disponibles (2001, 2010 y 2022). Esta decisión se fundamenta en dos aspectos clave:

- Los métodos de relación-tendencia e incrementos relativos requieren datos censales a escala provincial y nacional, los cuales solo están consolidados hasta el año 2022.
- Evitar la introducción de errores al extrapolar datos entre 2022 y 2025, dado que los valores censales representan información verificada, mientras que las proyecciones intermedias podrían incorporar incertidumbres.

De este modo, se buscó garantizar la homogeneidad en las fuentes de datos y en las proyecciones realizadas. Los valores de población y tasas de variación promedio media anual se observan en la Tabla 4.6.

Tabla 4.6 – Parámetros del método de tasas geométricas decrecientes

Años censales	Población		Años transcurridos entre censos (n_i)		Tasa de variación promedio anual (i)		
2001	P_1	1.566 hab.	-	-	-	-	-
2010	P_2	1.615 hab.	N_1	9	I_i	0,0034	0,34%
2022	P_3	1.769 hab.	N_2	12	I_{ii}	0,0076	0,76%

Frente a estos valores, dado que el último período intercensal (del año 2010 al 2022) presenta una mayor tasa de variación promedio anual (0,76%) respecto al primer período, se adoptó como tasa media anual de proyección el promedio entre ambas tasas de variación promedio anual.

$$i = \frac{0{,}0034 \; + \; 0{,}0076}{2} = 0.0055 \; = 0{,}55\%$$

Considerando que entre el último censo (año 2022) y el año de ejecución del proyecto (2025) transcurren 3 años, se obtuvo una población existente (utilizando la tasa media anual de proyección de 0,55%) en este último una población de 1.798 habitantes (lo cual se acerca al valor del análisis realizado en los métodos geométrico y aritmético, habiéndose obtenido para ese mismo año un resultado de 1.810 habitantes).

A partir de este último valor, los valores de proyección obtenidos se pueden observar en la Tabla 4.7.

Tabla 4.7 – Resultados del Método de las tasas geométricas decrecientes

Año	P_u	n_i	Tasa de incremento interanual (i)
2026	1.808	-	-
2040	1.964	15	0,55%
2055	2.133	15	0,55%

Como se puede apreciar en la Figura 4.7, los valores obtenidos presentan un crecimiento sostenido, consistente con una tasa geométrica decreciente, como se observa en los datos de los censos anteriores.

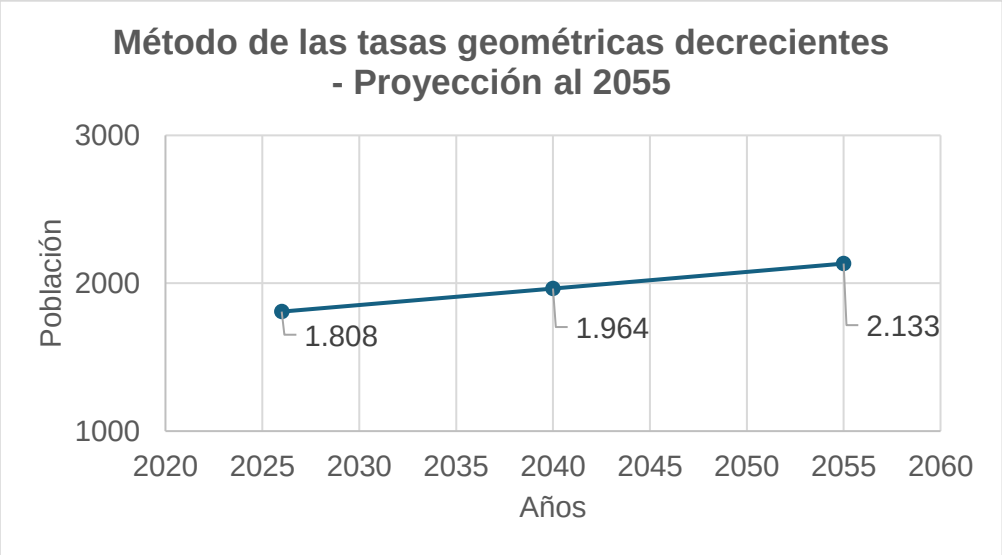


Figura 4.7 - Grafica de resultados por el Método de las tasas geométricas decrecientes

4.3.4. Conclusión

Como se observa en la Tabla 4.8 y la Figura 4.8, el análisis del crecimiento poblacional en la localidad de Villa Urquiza revela un comportamiento de tipo exponencial con signos de desaceleración, tal como lo evidencian los datos censales disponibles. Por ello, la aplicación del método de las tasas geométricas decrecientes logra capturar adecuadamente la tendencia de crecimiento.

Tabla 4.8 – Comparación entre datos de censos y proyecciones

Fuente	Año	Habitantes	Tasa de incremento interanual
Censos	2001	1.566	-
	2010	1.615	0,34%
	2022	1.769	0,76%
Método geométrico	2024	1.796	0,76%
	2025	1.798	0,11%
Método de las tasas geométricas decrecientes	2026	1.808	0,56%
	2040	1.964	0,59%
	2055	2.133	0,55%

Este método reflejó de manera precisa la disminución progresiva del ritmo de crecimiento, proyectando una población de 2.133 habitantes al final del período de diseño.

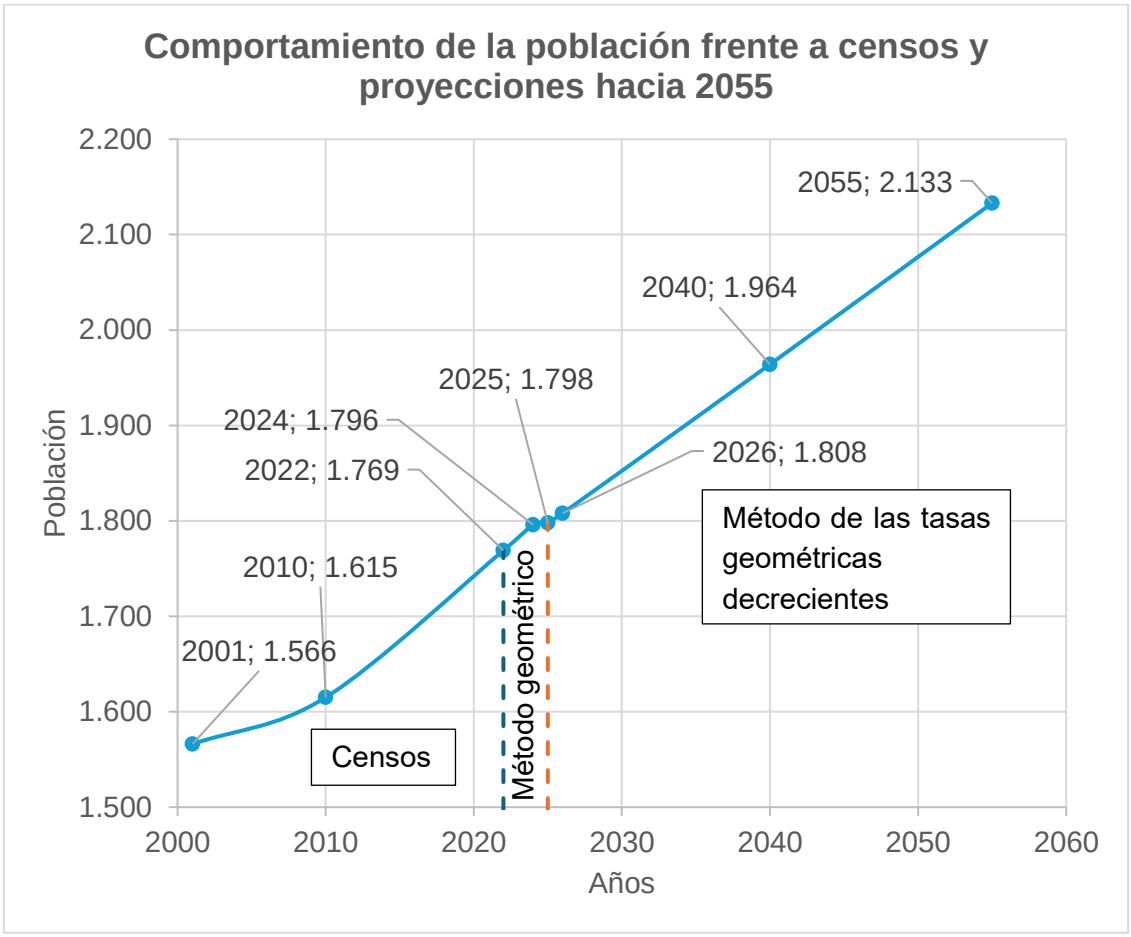


Figura 4.8 - Comparación entre datos de censos y proyecciones

En coherencia con lo anterior, al tomar el año 2026 como habilitación del proyecto, el mismo método estimó 1.808 habitantes, valor que mantiene una continuidad lógica con las proyecciones previas (1.798 habitantes para 2025) y con los datos proporcionados por la municipalidad de Villa Urquiza.

Capítulo 5. Cálculo de la demanda y los caudales

Una vez proyectada la población para el final del período de estudio, correspondiente al año 2055, se procedió a determinar el caudal de diseño para la nueva planta modular, así como para la verificación de las cañerías de impulsión y distribución. Para esto, fue fundamental diferenciar los distintos tipos de consumo que influyen en la demanda del sistema de distribución de agua potable.

A partir del relevamiento realizado con los planos proporcionados por la municipalidad, los cuales se adjuntan en el Anexo X, se contabilizaron 910 lotes edificados. Estos se distribuyen entre la planta urbana central y las urbanizaciones Ojo de Agua y Solares. Este número incluye únicamente aquellas unidades con edificaciones, ya sean viviendas, cabañas o locales comerciales/gastronómicos, siempre que no requieran una demanda específica o puntual que los clasificara como puntos singulares dentro de la red de distribución. Estas propiedades con edificaciones fueron agrupadas bajo la categoría de "Lotes edificados".

Adicionalmente, para el año de diseño, se consideró que los lotes actualmente baldíos ya contarán con edificaciones. Esto se realizó con el objetivo de analizar el comportamiento de la red de distribución ante nudos de demanda que, inicialmente, no estaban considerados. En la Tabla 5.1 se presenta un resumen de estas conexiones dentro del sistema.

Tabla 5.1 - Conexiones actuales y futuras

	Conexiones actuales - 2024	Conexiones proyectadas al 2055	Conexiones totales en el año 2025
Totalidad	916	363	1.279
Conexiones consideradas como no puntuales			
Lotes edificados	910	363	1.273
Conexiones consideradas como puntuales			
Camping y Playa			
Camping	1	-	1
Playa	1	-	1
Escuelas Consideradas			
Esc. Priv. Manuel Dorrego Nº15	1	-	1
Esc. Agrotecnica N°39	1	-	1
Esc. Nº 36 Gral.Gregorio Araoz De Lamadrid	1	-	1
E.S.A. Nº84 "El Estibador"	1	-	1

A partir de los 910 lotes edificados actualmente y una población registrada de 1.796 habitantes, se obtuvo un promedio de 1,97 habitantes por lote. Para el año de diseño, 2055, con una proyección de 1.273 lotes edificados y una población estimada de 2.133 habitantes, el promedio arroja un valor de 1,68 habitantes por lote. Esta diferencia sugiere una tendencia a la disminución en la densidad ocupacional por lote, pese al incremento en la cantidad de unidades.

Posteriormente, se llevó a cabo un relevamiento integral de los distintos consumos que componen la demanda. Para ello, se recopilaron datos a partir de:

- Noticias publicadas en medios locales de Villa Urquiza.
- Consultas realizadas a los rubros involucrados en el cálculo.
- Solicitudes de información a diversas instituciones.

Con este relevamiento y haciendo uso de las tablas proporcionadas por las guías de ENOHSA, se logró estimar el volumen de personas atendidas y, en consecuencia, el consumo de agua asociado. Los resultados se observan en los siguientes apartados del capítulo.

5.1. Consumos y demandas de diseño

5.1.1. Consumos residenciales

El consumo residencial o doméstico fue el de mayor relevancia para este proyecto, ya que el objetivo principal fue determinar la cantidad de agua consumida por habitante por día. Se consideró que este consumo suele verse afectado por factores como el clima, las características de la población, las condiciones socioeconómicas, la existencia o ausencia de medidores de consumo, entre otros.

Para el caso de estudio, en invierno, el personal municipal de Villa Urquiza informó que el consumo de agua se estima en 500.000 lts por día para una población residente de 1.796 habitantes, lo que equivale a aproximadamente 278 lts por habitante al día. Este valor es un poco elevado en comparación con estándares típicos (como los 200 o 250 lts por habitante por día sugeridos por guías técnicas como las de ENOHSA), lo que podría indicar:

- Posibles pérdidas en la red.
- Submedición debido a la falta de medidores (se informó que solo entre el 20% y el 25% de las conexiones los tienen).
- Usos no domiciliarios no contabilizados.

Durante el verano, se mencionó que el consumo aumenta significativamente, oscilando entre 750.000 y 1.000.000 lts por día. Este incremento se debe principalmente a dos factores: el turismo y el aumento de la demanda de los residentes.

Debido al turismo se estima una población flotante diaria de alrededor de 3.000 visitantes, con una dotación de 50 lts por persona al día (lo que suma 150.000 lts adicionales diarios). Sin embargo, este cálculo podría subestimar la realidad si los turistas consumen más agua debido a actividades recreativas o a una mayor exposición al aire libre.

En el caso de los residentes el consumo también aumenta por las altas temperaturas. Según las guías de ENOHSA, en zonas cálidas la dotación puede alcanzar 300 lts por habitante al día (o incluso superarlo). Aplicando este valor a la población residente (1.796 habitantes), el consumo esperado sería de 538.800 lts diarios. Sumando el aporte del turismo (150.000 lts), el total estimado sería de 688.800 lts diarios, cifra inferior al mínimo reportado por el personal municipal (750.000 lts).

Esta diferencia en los valores (688.800 lts frente a 750.000 lts) sugiere que las dotaciones utilizadas en la realidad podrían ser mayores, ya que existen pérdidas adicionales en la red no cuantificadas o consumos excesivos durante los meses de verano. Por esta razón, es necesario considerar en el cálculo un porcentaje de agua no contabilizada en la red, para lograr una aproximación más precisa a la realidad.

A partir de estas observaciones y considerando el número de habitantes, el reducido porcentaje en utilización de medidores y la información proporcionada por en la Tabla 5.2 proveniente de las guías de ENOHSA, se estableció un consumo medio anual de 300 lts por habitante por día.

Tabla 5.2 - Consumos típicos para servicio con y sin medidores (ENOHSA)

Población	Servicio con Medidores	Servicio sin Medidores
Hasta 5.000 habitantes	100-150 L/hab.	200-300 L /hab . día
De 5.000 a 25.000 hab.	150-200 L /hab.	300-400 L / hab . día
De 25.000 a 100.000 hab.	200-250 L /hab	400-500 L / hab . día
Encima de 100.000 hab.	250-300 L /hab	500-600 L / hab . día

5.1.2. Consumos Institucionales, comerciales y especiales

Otro aspecto considerado fue el consumo generado por instituciones, comercios y otros establecimientos que pudieran afectar la demanda de agua. Para ello, se llevó a cabo un análisis individual de cada uno de estos casos, con el fin de incorporar sus contribuciones al cálculo del caudal medio.

El consumo institucional, correspondiente a las escuelas, se determinó en función de la cantidad de alumnos y los servicios que estas ofrecen. La Tabla 5.3 proporcionada por las guías de EHNOSA, sirvió de guía en este aspecto ya que ejemplifica algunos valores de consumo.

Tabla 5.3 - Consumo de agua en establecimientos educativos (ENOHSA)

Tipo	Cantidad	Unidad
Escuelas:		
Diurna con cafetería y comedor	40-60	L. / persona . día
Diurna con cafetería y duchas	60-80	L. / persona . día
Internado	200-400	L. / persona . día

Adicionalmente, se llevó a cabo un relevamiento de la cantidad de alumnos por institución, estableciendo una dotación de 40 lts por día por alumno y 75 lts por día por docente y no docente. Para obtener el número de estudiantes, se realizaron llamadas telefónicas a las instituciones, aunque no fue posible obtener datos de todas las escuelas, por lo que en algunos casos se realizaron estimaciones.

El mayor consumo se registró en la Escuela Agrotecnica N.º 39, donde, además de funcionar como escuela, se encuentra una residencia para estudiantes, una zona de huerta con riego, y se crían animales (vacas, gallinas y cerdos), los cuales también fueron considerados en el cálculo de consumo. La ubicación de las escuelas consideradas en este análisis puede observarse en la Figura 5.1.

Figura 5.1 - Escuelas consideradas de Villa Urquiza

El único centro de salud con el que cuenta la localidad de Villa Urquiza, cuya ubicación se muestra en la Figura 5.2, es de tipo transitorio y no posee capacidad para realizar internaciones. Por lo tanto, su consumo se definió en función de la cantidad de pacientes que se podrían atender en un día típico, siendo este un dato obtenido mediante comunicaciones con el centro de salud Ibáñez. Se estableció una dotación de 5 lts por día por paciente transitorio y 50 lts por día para los empleados.

Figura 5.2 - Centro de salud de Villa Urquiza

Los organismos públicos están compuestos por distintas sedes, las que se detallan en la Figura 5.3. Para este punto se asignó un consumo diario de 49 lts por cada empleado.

Figura 5.3 – Sedes publicas

El sector gastronómico está conformado por diversos establecimientos, los cuales se detallan en la Figura 5.4. Para determinar su consumo hídrico, se realizaron encuestas telefónicas a los restaurantes y bares incluidos en dicho registro. Como resultado, se estableció una dotación de 34 lts por día por cliente y 49 lts por día por empleado.

Figura 5.4 – Gastronomía considerada

5.1.3. Consumos industriales

Este tipo de consumo suele incrementar significativamente la demanda de agua, dependiendo de las características de la zona. Por esta razón, debe ser analizado y determinado con precisión, considerando sus particularidades y la cantidad de empleados. Sin embargo, para la localidad de Villa Urquiza y en el contexto específico de este proyecto, no se identificaron consumos industriales relevantes.

5.1.4. Consumo Públicos

El consumo público en distintas localidades puede presentar variaciones significativas. Generalmente, representa entre un 10 % y un 30 % del consumo residencial o doméstico, y adicionalmente, se suele considerar un 5 % a un 15 % del consumo total para otros usos. En función de las características de la localidad, en este proyecto se decidió contabilizar únicamente un 5 % del consumo residencial para cubrir el uso de grifos públicos.

5.1.5. Consumos Especiales

Los consumos especiales son aquellos que no están incluidos en las categorías anteriores. Para la población flotante asociada al turismo, se consideraron dos aspectos principales.

En primer lugar, se tuvo en cuenta a los visitantes que acuden a la localidad para acampar, pasar un día de playa o visitar el camping. Para estos casos, la dotación de agua se reduce considerablemente. Según noticias e informes, la ciudad suele recibir entre 1.500 y 3.000 personas transitorias por día en los fines de semana de verano. Basándose en información proporcionada por medios locales y en conversaciones con el personal de la secretaría de turismo, se estimó que Villa Urquiza recibe alrededor de 2.000 visitantes destinados a la playa y aproximadamente 1.000 personas en el camping. La dotación para este tipo de población se estableció en 50 lts por día por visitante.

En lugar de hoteles convencionales, Villa Urquiza se caracteriza por contar con cabañas y bungalós. La cantidad de huéspedes se determinó en función del número de camas disponibles, y también se consideró la cantidad de empleados. Las dotaciones para estas dos variables se fijaron en 300 lts por día por huésped y 38 lts por día por empleado.

5.1.6. Agua no contabilizada

Para este proyecto, se consideró que, al contar con una macro medición del consumo, era necesario incluir un porcentaje de agua no contabilizada en la red. Este valor puede oscilar entre un 15 % y un 35 %, dependiendo de las condiciones del sistema. En este caso, se optó por un 30 %, basándose en el análisis del estado de las redes e instalaciones existentes. Este porcentaje incluye posibles pérdidas, fugas, agua utilizada durante reparaciones y usos para limpieza de redes.

5.1.7. Tabla Resumen

A continuación, en la Tabla 5.4, se presenta un resumen de las dotaciones definidas, integrando los datos previamente mencionados. No obstante, en el Anexo II se encuentra la tabla completa de la demanda y dotaciones en su totalidad.

Tabla 5.4 – Tabla resumen de demandas y dotaciones

Ítems	Unidad	Descripción	2024	2055
Demanda residencial				
Población	Hab.	N° de habitantes	1.796	2.133
Porcentaje cubierto con medidores	%	Porcentaje	25,00%	29,71%
Dotación efectiva de consumo por habitante	l/hab*día	Dot. Diaria Ef. Cons.	300	300
Población flotante diaria				
Población flotante diaria	Visitantes	N° de visitantes diarios	3.000	3.565
Dotación por turista	l/vis*día	Dot. Diaria (ag/Vis. diario)	50	50
Escuelas				
Cantidad de alumnos	alumnos	N° de alumnos	705	845
Cantidad de personal (docente y no docente)	personal	N° del personal	90	114
Residentes	residentes	N° de residentes	25	32
Zona de huerta y riego	m^2	Superficie destinada	3.600	4.277
Vacas	vacas	N° de vacas	30	37
Gallinas	gallinas	N° de gallinas	80	96
Cerdos	cerdos	N° de cerdos	25	32
Dotación por alumno	l/al*día	Dot. Diaria (ag/al)	40	40
Dotación por personal	l/pers*día	Dot. Diaria (ag/personal.)	75	75
Dotación por residente	l/res.*día	Dot. Diaria (ag/residente.)	250	250
Dotación por m^2 de huerta	l/m^2.*día	Dot. Diaria (ag/m^2.)	5	5
Dotación por vaca	l/vaca.*día	Dot. Diaria (ag/vaca.)	50	50
Dotación por gallina	l/gallina.*día	Dot. Diaria (ag/gallina.)	1	1
Dotación por cerdo	l/cerdo.*día	Dot. Diaria (ag/cerdo.)	15	15
Centro de salud				
N° de pacientes transitorios	Pacientes	N° pac. Tr.	50	61
N° de empleados	Empleados	N° de empleados.	15	20
Dotación por paciente transitorio	l/pac*día	Dot. Diaria (ag/pac. Tr.)	5	5
Dotación por empleados	l/empl.*día	Dot. Diaria (ag/empl.)	50	50
Oficinas Públicas				
N° de empleados			60	80
Dotación por empleado	l/empl.*día	Dot. Diaria (ag/empl.)	49	49

Ítems	Unidad	Descripción	2024	2055
Complejos de cabañas				
N° de huéspedes	Huéspedes	N° de huéspedes.	500	608
N° de empleados	Empleados	N° de empleados.	41	65
Dotación por huésped	l/huesp.*día	Dot. Diaria (ag/huesped.)	300	300
Dotación por empleado	l/empl.*día	Dot. Diaria (ag/empl.)	38	38
Restaurantes				
N° de clientes	clientes	N° de clientes.	210	265
N° de empleados	Empleados	N° de empleados.	35	62
Dotación por cliente	l/clien.*día	Dot. Diaria (ag/clien.)	34	34
Dotación por empleado	l/empl.*día	Dot. Diaria (ag/empl.)	49	49
Otras demandas				
Porcentaje de agua contabilizada	%	Porcentaje de A.N.C	30%	30%
Consumo por usuario (Grifos públicos)	l/usuario	Dot. Diaria (ag/usuario)	19	24
Usuarios casuales considerados por día	N°	N° usuarios. = 5% Pob. Tot	90	108

5.2. Caudal medio diario de consumo

El caudal medio diario de consumo de agua potable para el año “n” quedó compuesto por los caudales medios residenciales, no residenciales y los correspondientes a los grandes usuarios (o población flotante).

En la Ecuación N° 7, que se presenta a continuación, se definen los parámetros involucrados en el cálculo:

- Caudales medios diarios residenciales consumidos (Q_{Cresn}): Corresponden exclusivamente a los usuarios domésticos, que, para este caso de estudio, se obtuvieron a partir de la población de diseño proyectada para el año 2055.
- Caudales medios diarios consumos no residenciales (Q_{Cnresn}): Representan los caudales generados por pequeños comercios, oficinas, industrias y sanitarios de edificios públicos y grandes establecimientos.
- Caudales medios diarios consumidos por grandes usuarios (Q_{Cgun}). Son los caudales medios diarios aportados por grandes usuarios, como la población flotante asociada al turismo.

$$Q_{Cn} = Q_{Cresn} + Q_{Cnresn} + \sum Q_{CGun} \qquad \text{(Ecuación N° 7)}$$

En la Tabla 5.5, se detalla el cálculo de los caudales medios para cada tipo de consumo.

Tabla 5.5 - Tabla de caudales medios diarios

Ítems	Unidad	Descripción	2024	2055
Consumo residencial				
Demanda domestica	m^3/día	Q_{cn1} = (1)	538,80	639,90
Población flotante diaria	m^3/día	Q_{cn2} = (2)	150,00	178,25
Escuelas				
Esc. Priv. Manuel Dorrego Nº15	m^3/día	Q_{cn3} = (3)	9,10	10,96
Esc. Nº 36 Gral.Gregorio Araoz De Lamadrid	m^3/día	Q_{cn5} = (5)	7,13	8,74
E.S.A. Nº84 "El Estibador"	m^3/día	Q_{cn6} = (6)	7,73	9,42
Esc. Agrotécnica Nº39	m^3/día	Q_{cn7} = (7)	37,21	45,05
Centros de salud				
Centro transitorio Ibañez	m^3/día	Q_{cn8} = (8)	1,00	1,31
Oficinas				
Registro civil	m^3/día	Q_{cn9} = (9)	0,49	0,69
IOSPER	m^3/día	Q_{cn10} = (10)	0,74	0,98
Juzgado de paz	m^3/día	Q_{cn11} = (11)	0,49	0,69
Municipalidad	m^3/día	Q_{cn12} = (12)	1,23	1,57
Complejos de cabañas				
Cabañas "Los Arboles"	m^3/día	Q_{cn13} = (13)	19,69	24,01
Cabañas "El Olivo"	m^3/día	Q_{cn14} = (14)	18,19	22,21
Bungalows Villa Urquiza Spa	m^3/día	Q_{cn15} = (15)	19,69	24,01
Bungalows "Las Marias"	m^3/día	Q_{cn16} = (16)	18,23	22,25
Cabañas "Mitacha"	m^3/día	Q_{cn17} = (17)	19,66	23,97
Complejo "Los Aromos"	m^3/día	Q_{cn18} = (18)	19,73	24,05
Cabañas "los Ceibos"	m^3/día	Q_{cn19} = (19)	18,19	22,21
Cabañas "Casa de Campo"	m^3/día	Q_{cn20} = (20)	18,19	22,21
Restaurantes				
Urquiza Río	m^3/día	Q_{cn21} = (21)	1,05	1,44
Bar Imperio	m^3/día	Q_{cn22} = (22)	1,05	1,44
Punto X	m^3/día	Q_{cn23} = (23)	0,88	1,20
El Buen Comer	m^3/día	Q_{cn24} = (24)	0,88	1,20
Terraza	m^3/día	Q_{cn25} = (25)	0,83	1,15
Lo de Cassiano	m^3/día	Q_{cn26} = (26)	1,00	1,39
Comedor el Cacique	m^3/día	Q_{cn27} = (27)	1,05	1,44
Kaizen Beer & Food	m^3/día	Q_{cn28} = (28)	0,88	1,20
Patio Cervecero	m^3/día	Q_{cn29} = (29)	0,98	1,23
Otros consumos				
Grifos públicos	m^3/día	Q_{cn30} = (30)	1,71	2,60
Consumos resultantes				
Consumo total	m^3/día	Q_{cn31} = (1 a 30)	915,80	1.096,77
Agua no contabilizada	m^3/día	Q_{cn32} = (31 x %A.N.C)	274,74	329,03
Caudal medio resultante	m^3/día	Q_{cn33} = (31 + 32)	1.190,54	1.425,80

5.3. Caudal de diseño

En este punto, fue importante diferenciar los momentos en los que se registran mayores y menores consumos, los cuales podrían medirse fácilmente con un caudalímetro. Sin embargo, en general, las causas que influyen en estas variaciones no actúan de forma simultánea, sino

que dependen de factores como las estaciones del año, los meses, los días e incluso las horas. Las guías de ENOHSA establecen las definiciones que caracterizan estos consumos de referencia, las cuales se presentan en la Tabla 5.6.

Tabla 5.6 - Definición de caudales de diseño

	Denominación	Definición
Q_{An}	Caudal mínimo horario del año n.	Menor caudal instantáneo del día de menor consumo de agua potable de ese año.
Q_{Bn}	Caudal medio mínimo diario del año n.	Caudal medio del día de menor consumo de agua potable del año n.
Q_{Cn}	Caudal medio diario del año n.	Cantidad de agua promedio consumida en el año n por cada habitante servido.
Q_{Dn}	Caudal medio máximo diario del año n.	Caudal medio del día de mayor consumo de agua potable del año n.
Q_{En}	Caudal máximo horario del año n.	Mayor caudal instantáneo del día de mayor consumo (Q_{Dn}) del año n. Caudal horario máximo absoluto del año.

A su vez, estos caudales se calculan utilizando coeficientes que representan relaciones específicas, las cuales sirven para determinar el caudal de diseño. Las expresiones correspondientes se definen desde la Ecuación N° 8 hasta la Ecuación N° 13.

$$\alpha_{1n} = \frac{\text{Caudal medio del dia de mayor consumo}}{\text{Caudal medio diario anual}} = \frac{Q_{Dn}}{Q_{Cn}} \quad \text{(Ecuación N° 8)}$$

$$\alpha_{2n} = \frac{\text{Caudal maximo horario}}{\text{Caudal medio del dia de mayor consumo}} = \frac{Q_{En}}{Q_{Dn}} \quad \text{(Ecuación N° 9)}$$

$$\alpha_{n} = \alpha_{1n} * \alpha_{2n} = \frac{\text{Caudal maximo horario}}{\text{Caudal medio diario anual}} = \frac{Q_{En}}{Q_{Cn}} \quad \text{(Ecuación N° 10)}$$

$$\beta_{1n} = \frac{\text{Caudal medio del dia de menor consumo}}{\text{Caudal medio diario anual}} = \frac{Q_{Bn}}{Q_{Cn}} \quad \text{(Ecuación N° 11)}$$

$$\beta_{2n} = \frac{\text{Caudal minimo horario}}{\text{Caudal medio del dia de menor consumo}} = \frac{Q_{An}}{Q_{Bn}} \quad \text{(Ecuación N° 12)}$$

$$\beta_{n} = \beta_{1n} * \beta_{2n} = \frac{\text{Caudal minimo horario}}{\text{Caudal medio diario anual}} = \frac{Q_{An}}{Q_{Cn}} \quad \text{(Ecuación N° 13)}$$

Debido a la falta de registros confiables e ininterrumpidos de al menos los últimos 36 meses de consumo de agua potable al momento de desarrollar este proyecto, no fue posible determinar los coeficientes de caudal necesarios para el diseño hidráulico. Por ello, se procedió a adoptar los valores especificados por el ENOHSA, los cuales se pueden ver en la Tabla 5.7.

Tabla 5.7 - Coeficientes de caudal

Población servida	α_1	α_2	α	β_1	β_2	β
500 h < $P_s \leq$ 3.000 h	1,40	1,90	2,66	0,60	0,50	0,30
3.000 h < $P_s \leq$ 15.000 h	1,40	1,70	2,38	0,70	0,50	0,35
15.000 h < P_s	1,30	1,50	1,95	0,70	0,60	0,42

A partir de la población de diseño obtenida para el año 2055, que ascendió a 2.133 habitantes y la que se posee en el sistema inicial de 1.796 habitantes, se definieron los coeficientes que se pueden observar en la Tabla 5.8.

Tabla 5.8 - Coeficientes para el diseño Hidráulico

Ítem	Unidad	Año de estudio - 2024	Año 30 - 2055
Cantidad de conexiones	Conexiones	916	1.279
Población	Hab.	1.796	2.133
Coef. Máx. diario α_{1n}	-	1,40	1,40
Coef. Máx. Horario α_{2n}	-	1,90	1,90
Coef. Mín diario β_{1n}	-	0,60	0,60
Coef. Mín Horario β_{2n}	-	0,50	0,50
Coef. Total Máx. α	-	2,66	2,66
Cof. Total Mín. β	-	0,30	0,30

Finalmente, con los coeficientes adoptados, se obtuvieron los caudales de diseño expresados en diversas unidades de interés para este proyecto. Estos resultados se presentan en la Tabla 5.9.

Tabla 5.9 - Calculo de caudales de diseño

Ítems	m^3/día	m^3/h	lts./s
Año de estudio - 2024			
Caudal medio Q_{Cn}	1.190,59	49,61	13,78
Caudal máximo diario Q_{Dn}	1.666,66	69,44	19,29
Caudal máximo horario Q_{En}	3.166,56	131,94	36,65
Caudal mínimo diario Q_{BN}	714,53	29,77	8,27
Caudal mínimo horario Q_{An}	357,70	14,90	4,14
Año 30 - 2055			
Caudal medio Q_{Cn}	1.425,60	59,40	16,50
Caudal máximo diario Q_{Dn}	1.995,84	83,16	23,10
Caudal máximo horario Q_{En}	3.792,10	158,00	43,89
Caudal mínimo diario Q_{BN}	855,36	35,64	9,90
Caudal mínimo horario Q_{An}	427,68	17,82	4,95

Para los fines de este proyecto, se trabajó con dos valores de caudales específicos, uno correspondiente al año del estudio y otro al año final de diseño. Sus valores, así como sus aplicaciones, se ven en la Tabla 5.10.

Tabla 5.10 - Caudales de diseño para el proyecto

Consideración de caudales	Uso	Año de estudio - 2024	Año 30 - 2055
		m^3/h	m^3/h
Caudal máximo diario Q_{Dn}	Captación, planta potabilizadora, y tanques de almacenamiento	69,44	83,16
Caudal máximo horario QE_n	Red de distribución	131,94	158,00

El caudal máximo diario (Q_{Dn}) se utilizó para dimensionar la capacidad de las instalaciones de bombeo, los tanques de almacenamiento y para planificar la producción de agua en la planta de tratamiento, ya que este valor refleja la demanda total que debe ser abastecida a lo largo de un día.

Por otro lado, el caudal máximo horario (Q_{En}), se empleó en el diseño de las redes de distribución, ya que representa el momento de mayor demanda instantánea en el sistema. Por ello, las tuberías debieron dimensionarse para transportar el volumen máximo de agua requerido durante la hora pico o de mayor consumo. De esta manera, se garantizó que no hubiera deficiencias en el suministro durante los picos de demanda, evitando problemas como la falta de presión o el desabastecimiento.

5.3.1. Caudales resultantes para los distintos tipos de consumo

Una vez definidos los caudales de diseño se realizó el cálculo de los caudales para los distintos tipos de consumo para el año de estudio, los que se presentan en la Tabla 5.11.

Tabla 5.11 - Caudales resultantes por tipo de consumo - Sistema actual - 2024

Ítems	Unidad	Q_{med}	Caudal máximo diario Q_{Dn}	Caudal máximo horario Q_{En}	Incidencia
Total	m^3/h	49,65	69,44	131,94	100,00%
Consumo residencial					
Demanda domestica	m^3/h	29,19	40,86	77,63	58,84%
Incidencia turística					
Población flotante diaria	m^3/h	8,13	11,38	21,62	16,39%
Escuelas					
Esc. Priv. Manuel Dorrego Nº15	m^3/h	0,49	0,68	1,29	0,98%
Esc. Nº 36 Gral.Gregorio Araoz De Lamadrid	m^3/h	0,39	0,55	1,05	0,80%
E.S.A. Nº84 "El Estibador"	m^3/h	0,42	0,59	1,13	0,86%
Esc. Agrotécnica Nº39	m^3/h	2,02	2,83	5,38	4,08%
Centros de salud					
Centro transitorio Ibáñez	m^3/h	0,05	0,07	0,14	0,11%
Oficinas					
Registro civil	m^3/h	0,03	0,04	0,08	0,06%
IOSPER	m^3/h	0,04	0,06	0,12	0,09%
Juzgado de paz	m^3/h	0,03	0,04	0,08	0,06%
Municipalidad	m^3/h	0,07	0,10	0,19	0,14%
Complejos de cabañas					
Cabañas "Los Arboles"	m^3/h	1,07	1,50	2,85	2,16%

Ítems	Unidad	Q_{med}	Caudal máximo diario Q_{Dn}	Caudal máximo horario Q_{En}	Incidencia
Cabañas "El Olivo"	m^3/h	0,99	1,38	2,62	1,99%
Bungalows Villa Urquiza Spa	m^3/h	1,07	1,49	2,83	2,14%
Bungalows "Las Marias"	m^3/h	0,99	1,38	2,62	1,99%
Cabañas "Mitacha"	m^3/h	1,06	1,48	2,81	2,13%
Complejo "Los Aromos"	m^3/h	1,07	1,49	2,83	2,14%
Cabañas "los Ceibos"	m^3/h	0,99	1,38	2,62	1,99%
Cabañas "Casa de Campo"	m^3/h	0,99	1,38	2,62	1,99%
Restaurantes					
Urquiza Río	m^3/h	0,06	0,08	0,15	0,11%
Bar Imperio	m^3/h	0,06	0,08	0,15	0,11%
Punto X	m^3/h	0,05	0,07	0,13	0,10%
El Buen Comer	m^3/h	0,05	0,07	0,13	0,10%
Terraza	m^3/h	0,04	0,05	0,10	0,08%
Lo de Cassiano	m^3/h	0,05	0,07	0,13	0,10%
Comedor el Cacique	m^3/h	0,06	0,08	0,15	0,11%
Kaizen Beer & Food	m^3/h	0,05	0,07	0,13	0,10%
Patio Cervecero	m^3/h	0,05	0,07	0,13	0,10%
Otros consumos					
Grifos públicos	m^3/h	0,09	0,12	0,23	0,17%

De igual forma, en la Tabla 5.12 se presentan los caudales resultantes correspondientes a los distintos tipos de consumo para el año final de diseño.

Tabla 5.12 - Caudales resultantes por tipo de consumo – Año 2055

Ítems	Unidad	Q_{med}	Caudal máximo diario Q_{Dn}	Caudal máximo horario Q_{En}	Incidencia
Total	m3/h	59,42	83,16	158,00	100,00%
Consumo residencial					
Demanda domestica	m3/h	34,66	48,52	92,19	58,35%
Incidencia turística					
Población flotante diaria	m3/h	9,65	13,51	25,66	16,24%
Escuelas					
Esc. Priv. Manuel Dorrego Nº15	m3/h	0,59	0,82	1,56	0,99%
Esc. Nº 36 Gral.Gregorio Araoz De Lamadrid	m3/h	0,47	0,65	1,24	0,78%
E.S.A. Nº84 "El Estibador"	m3/h	0,51	0,71	1,35	0,85%
Esc. Agrotécnica Nº39	m3/h	2,44	3,41	6,48	4,10%
Centros de salud					
Centro transitorio Ibañez	m3/h	0,07	0,09	0,17	0,11%
Oficinas					
Registro civil	m3/h	0,04	0,06	0,11	0,07%
IOSPER	m3/h	0,05	0,07	0,13	0,08%

Ítems	Unidad	Q_{med}	Caudal máximo diario Q_{Dn}	Caudal máximo horario Q_{En}	Incidencia
Juzgado de paz	m3/h	0,04	0,06	0,11	0,07%
Municipalidad	m3/h	0,09	0,13	0,25	0,16%
Complejos de cabañas					
Cabañas "Los Árboles"	m3/h	1,30	1,82	3,46	2,19%
Cabañas "El Olivo"	m3/h	1,20	1,68	3,19	2,02%
Bungalows Villa Urquiza Spa	m3/h	1,30	1,82	3,46	2,19%
Bungalows "Las Marias"	m3/h	1,21	1,69	3,21	2,03%
Cabañas "Mitacha"	m3/h	1,30	1,82	3,46	2,19%
Complejo "Los Aromos"	m3/h	1,30	1,82	3,46	2,19%
Cabañas "los Ceibos"	m3/h	1,20	1,68	3,19	2,02%
Cabañas "Casa de Campo"	m3/h	1,20	1,68	3,19	2,02%
Restaurantes					
Urquiza Río	m3/h	0,08	0,11	0,21	0,13%
Bar Imperio	m3/h	0,08	0,11	0,21	0,13%
Punto X	m3/h	0,07	0,10	0,19	0,12%
El Buen Comer	m3/h	0,07	0,10	0,19	0,12%
Terraza	m3/h	0,06	0,08	0,15	0,09%
Lo de Cassiano	m3/h	0,08	0,11	0,21	0,13%
Comedor el Cacique	m3/h	0,08	0,11	0,21	0,13%
Kaizen Beer & Food	m3/h	0,07	0,10	0,19	0,12%
Patio Cervecero	m3/h	0,07	0,10	0,19	0,12%
Otros consumos					
Grifos públicos	m3/h	0,14	0,20	0,38	0,24%

5.4. Demanda por conexión

Considerando los consumos estimados para los distintos tipos analizados en los puntos anteriores, tanto para el año de estudio como para el 2055, y tomando en cuenta la cantidad de conexiones por lotes edificados y los consumos puntuales, en la Tabla 5.13 se presenta la demanda final adoptada para cada tipo de conexión.

Tabla 5.13 – Demandas finales

	Año de estudio - 2024			**Año 30 - 2055**		
Tipo de conexión	Cant.	Consumo total - Caudal máximo horario Q_{En} (m^3/h)	Caudales puntuales a considerar (m^3/h)	Cant.	Consumo total - Caudal máximo horario Q_{En} (m^3/h)	Caudales puntuales a considerar (m^3/h)
Totalidad	916	131,94	130,57	1.279	158,00	176,32

	Año de estudio - 2024			Año 30 - 2055		
Tipo de conexión	Cant.	Consumo total - Caudal máximo horario Q_{En} (m^3/h)	Caudales puntuales a considerar (m^3/h)	Cant.	Consumo total - Caudal máximo horario Q_{En} (m^3/h)	Caudales puntuales a considerar (m^3/h)
Lotes edificados	910	101,47	0,11	1.273	121,71	0,11
Camping y Playa		21,62	-		25,66	-
Camping	1	-	7,21	1	-	8,55
Playa	1	-	14,41	1	-	17,11
Escuelas Consideradas		8,85	-		10,63	-
Esc. Priv. Manuel Dorrego Nº15	1	-	1,29	1	-	1,56
Esc. Nº 36 Gral.Gregorio Araoz De Lamadrid	1	-	1,05	1	-	1,24
E.S.A. Nº84 "El Estibador"	1	-	1,13	1	-	1,35
Esc. Agrotécnica Nº39	1	-	5,38	1	-	6,48

Como observación final, en las columnas de “Caudales puntuales a considerar” de la Tabla 5.13 se aprecia que la sumatoria varia ligeramente respecto a los caudales máximos horarios para el año del estudio y el año final del diseño (130,57 m³/h contra 131,94 m³/h y 176,32 m³/h contra 158,00 m³/h, respectivamente). Considerando que, al principio de este capítulo, se establecieron los consumos que serán considerados en la modelación hidráulica de carácter puntual (siendo estos el camping, playa y las escuelas). Si al valor del caudal máximo horario se le sustrae el valor de los consumos puntuales, se obtiene un monto restante. Para ejemplificar en el caso del año del estudio, es:

$$131{,}94\,\frac{\mathrm{m}^3}{\mathrm{h}} - \left(21{,}62\,\frac{\mathrm{m}^3}{\mathrm{h}} + 8{,}85\,\frac{\mathrm{m}^3}{\mathrm{h}}\right) = 101{,}47\,\frac{\mathrm{m}^3}{\mathrm{h}}$$

Por lo tanto, este valor remanente se distribuyó entre las conexiones restantes (las cuales se identificaron como “Lotes Edificados” al principio de este capítulo). Para obtener el caudal unitario por lote, se procedió a realizar el siguiente calculo:

$$\frac{101{,}47\,\frac{\mathrm{m}^3}{\mathrm{h}}}{910\ \text{conexiones}} = 0{,}1115\ldots \cong 0{,}11\,\frac{\mathrm{m}^3}{\mathrm{h}}$$

Para el año final del diseño, el cálculo se repitió considerando el aumento en el número de conexiones o “Lotes Edificados” (debido al incremento de la población). Por lo tanto, se tiene que:

$$\frac{121{,}71\,\frac{\mathrm{m}^3}{\mathrm{h}}}{1273\ \text{conexiones}} = 0{,}095\,\frac{\mathrm{m}^3}{\mathrm{h}}$$

Para homogenizar la demanda en la modelación hidráulica, se adoptó un valor de 0,11 m³/h por lote tanto para el año de estudio como para el final del período de diseño. Esto se debe a que sería incorrecto suponer una reducción del consumo por lote a futuro, ya que, si bien el consumo individual se mantiene, aumentan tanto el número de lotes como la cantidad total de habitantes.

En el capítulo correspondiente a la modelación hidráulica, se detalla cómo se consideró a los nudos para llevar a cabo dicho proceso.

Capítulo 6. Análisis de la captación de agua cruda

6.1. Fuentes de abastecimiento

En la zona de estudio, existen dos categorías de sistemas de abastecimiento de agua, clasificados según la fuente de provisión. Esta clasificación es fundamental, ya que la fuente de agua influye directamente en el diseño, la construcción y el funcionamiento del sistema de distribución. Estos sistemas se dividen en sistemas de abastecimiento de agua superficial (ilustrado en la Figura 6.1) y sistemas de abastecimiento de agua subterránea (observado en la Figura 6.2).

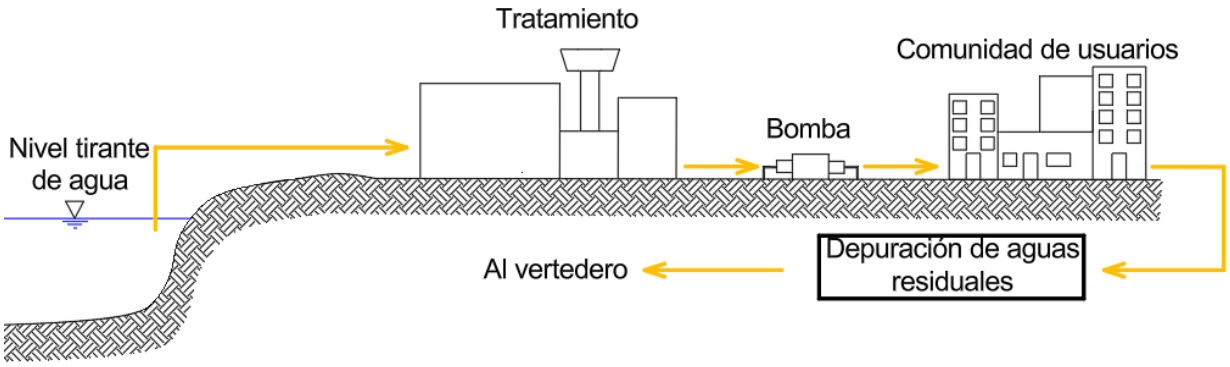


Figura 6.1 - Esquema de sistema de abastecimiento de agua superficial

Actualmente el agua del río es la principal fuente de abastecimiento de agua para Villa Urquiza. La captación de agua superficial se realiza desde el río Paraná mediante una estructura flotante a nivel del terreno, que permite el uso y aprovechamiento del agua de dicha fuente. Posteriormente, el agua es impulsada a la planta potabilizadora por medio de una bomba sumergible.

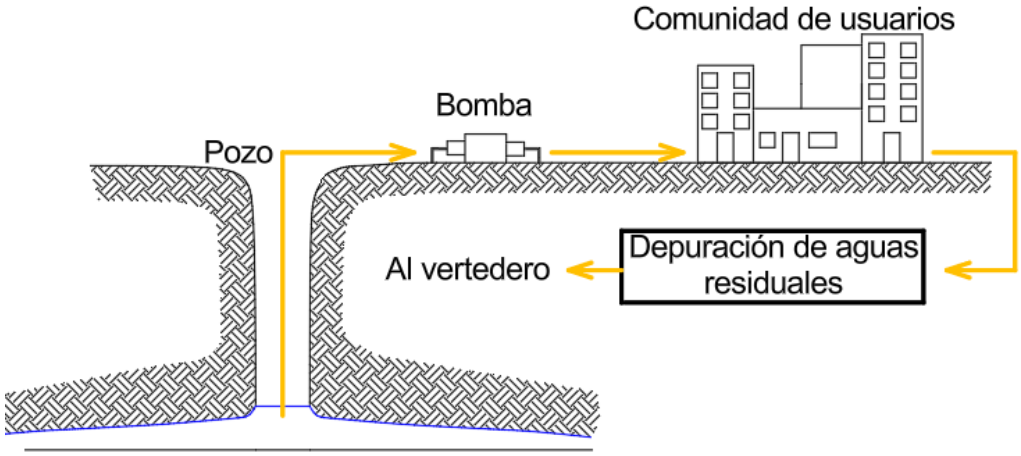


Figura 6.2 - Esquema de sistema de abastecimiento de agua subterránea

En las urbanizaciones Ojo de Agua y Solares, el abastecimiento principal se realiza a través de agua subterránea. Específicamente, el suministro se lleva a cabo mediante dos tanques

elevados con perforaciones (que se pueden observar en la Figura 6.3 y Figura 6.4, respectivamente), que extraen agua de pozos de 60 m de profundidad. Posteriormente, el agua es distribuida en estas áreas a través de tuberías.

Figura 6.3 - Tanque elevado existente con perforación de 20 m^3 en loteo Solares

Figura 6.4 – Tanque elevado con perforación de 10 m^3 en Ojo de Agua

6.2. Estructuras de extracción de agua superficial

La extracción de agua de un lago, embalse o río, como en este caso, requiere una estructura de toma diseñada considerando variaciones significativas de caudal, así como las

alturas mínimas y máximas de las crecidas, entre otros factores. El objetivo primordial es garantizar que el agua sea extraída de manera eficiente, sin que las fluctuaciones naturales afecten el proceso.

El muelle existente, descrito en secciones anteriores, consiste en una plataforma flotante ubicada en el río (como se observa en la Figura 6.5). Esta estructura se ajusta a los niveles fluctuantes del mismo, permitiendo que la bomba sumergible mantenga el flujo de agua. Sin embargo, esta configuración no siempre funciona como se espera. Actualmente, el municipio ha señalado que, en períodos de bajo nivel del río, surgen problemas con la bomba. Esto se debe a la topografía del lecho del río (cuya representación se incluye en el Anexo X), ya que, cuando el nivel del agua disminuye, la bomba corre el riesgo de quedar expuesta y obstruida, lo que compromete su operación adecuada.

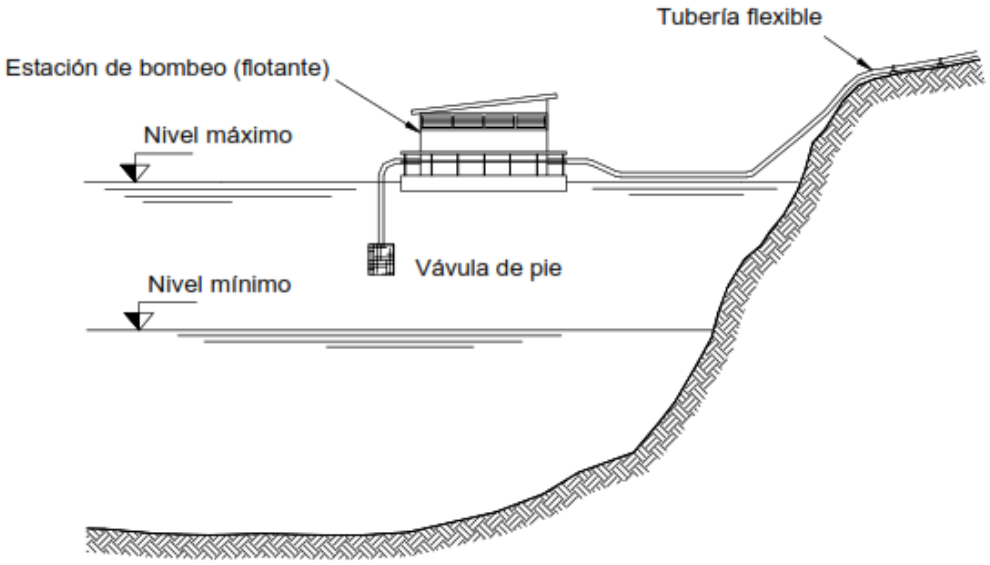


Figura 6.5 - Plataforma flotante en río o embalse (imagen tomada de las guías ENOHSA)

Por lo tanto, se llevó a cabo un análisis de los niveles del río con el fin de determinar la altura óptima a la que debe ubicarse la bomba, considerando su relación con el lecho del río obtenido a través de los datos batimétricos.

6.3. Alturas del nivel 0 de las escalas hidrométricas cercanas

La localidad de Villa Urquiza no cuenta con una escala hidrométrica en la que se registren los niveles del río. Las dos escalas más cercanas ubicadas sobre el río Paraná son las de Paraná, ubicadas aguas abajo, y la de Hernandarias, ubicada aguas arriba.

Las "alturas del IGN" representan las elevaciones sobre el nivel del mar que el Instituto Geográfico Nacional (IGN) establece en Argentina. Estas alturas se calculan utilizando un sistema de referencia geodésico y una red de estaciones que miden las diferencias de nivel en relación con un nivel medio del mar. En Argentina, el IGN utiliza como punto de referencia el nivel medio del mar en Mar del Plata.

La Tabla 6.1 que se encuentra a continuación muestra los niveles hidrométricos en metros sobre el nivel del IGN para estas escalas ubicadas en la margen del río Paraná. Los valores en

la tabla se refieren a la cota de referencia de cero locales de cada puerto. En esta tabla se consigna el valor de cota IGN del nivel 0 de la escala de 9,57 m en Paraná, y de 12,80 m en Hernandarias. En la tabla también se indican las alturas del río y cotas IGN correspondientes a crecientes de distintas recurrencias (T) o períodos de retorno en años.

Tabla 6.1 - Alturas y niveles hidrométricos del IGN según el estudio del Paraná medio – INCOCIV 2008

T (años)	Niveles hidrométricos en m IGN			Alturas hidrométricas en cm	
	Estación	Hernandarias	Paraná	Hernandarias	Paraná
	Cota del 0	12,8	9,57		
2		18,08	14,25	528	468
5		19,24	15,18	644	561
10		19,88	15,75	708	618
25		20,56	16,42	776	685
50		20,98	16,88	818	731
100		21,35	17,32	855	775

Para obtener la cota IGN del cero para la zona de Villa Urquiza, se decidió interpolar entre los valores de Hernandarias y Paraná. Para ello, se trabajó con las distancias entre las escalas siguiendo la trayectoria del río, como se observa en la Figura 6.6.

Figura 6.6 - Trayectoria y distancias entre puertos

Mediante un relevamiento realizado con el software Google Earth, se trazó el recorrido del río desde el puerto de Paraná hasta el puerto de Villa Hernandarias, obteniéndose las siguientes distancias:

- Desde el puerto de Paraná al muelle de toma de agua de Villa Urquiza: 16,30 km.
- Desde el muelle de toma de Villa Urquiza hasta el puerto de Villa Hernandarias: 63,90 km.
- Distancia total entre puertos de Paraná y Villa Hernandarias: 80,20 km.

Se consideró que el río sigue una pendiente constante entre las estaciones de Paraná y Hernandarias, la cual es definida por la Ecuación N° 14.

$$\text{Pendiente} = \frac{\text{Cota Hernandarias} - \text{Cota Paraná}}{\text{Distancia entre Hernandarias y Paraná}} \qquad \text{(Ecuación N° 14)}$$

$$\text{Pendiente} = \frac{12{,}80\ \text{m} - 9{,}57\ \text{m}}{80{,}20\ \text{km}} = 0{,}0403\ \frac{\text{m}}{\text{km}} = 4{,}03\ \frac{\text{cm}}{\text{km}}$$

Con esta pendiente, se multiplico por la distancia desde Paraná a Villa Urquiza y posteriormente se le sumo la cota inicial de Paraná y se definió por lo tanto la cota IGN del nivel cero del río en Villa Urquiza:

$$\text{Cota Cero}_{\text{Villa Urquiza}} = \text{Cota Paraná} + (\text{Pendiente x Distancia a Villa Urquiza})$$

$$\text{Cota Cero}_{\text{Villa Urquiza}} = 9{,}57\ \text{m} + \left(0{,}0403\ \frac{\text{m}}{\text{km}}\ \text{x}\ 16{,}30\ \text{km}\right) = 10{,}23\ \text{m}$$

Para contar con información actualizada de los niveles del río Paraná, se tomaron datos del estudio del Arroyo Antoñico realizado en el Proyecto Final “Sistematización del Arroyo Antoñico entre Avenida Estrada y el Río Paraná” (agosto de 2023), cuya ubicación se puede observar en la Figura 6.7.

Figura 6.7 - Ubicación del Arroyo Antoñico – Imagen obtenida de tesis “Sistematización del Arroyo Antoñico entre Avenida Estrada y el Río Paraná”

Los datos de alturas del río del último año hidrológico (2024) en la estación de Paraná Túnel y el puerto de Hernandarias se obtuvieron de la página de la Prefectura Naval Argentina – Altura de Ríos y se presentan en la Figura 6.8.

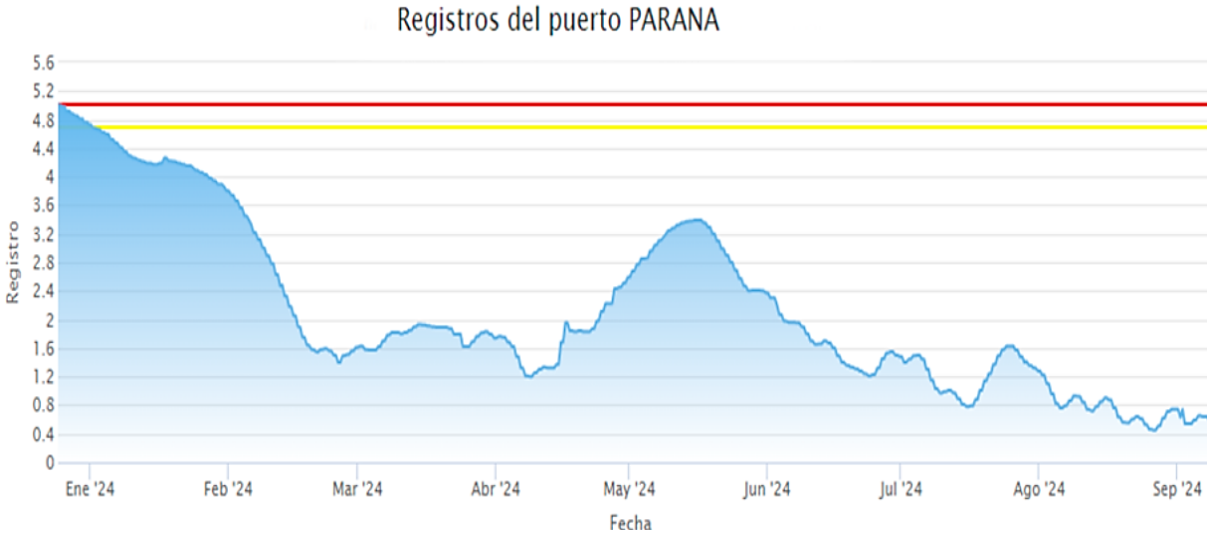


Figura 6.8 - Registros del puerto de Paraná

Además, desde la página del Sistema Nacional de Información Hídrica, se obtuvo un registro histórico de alturas, aforos y caudales del río Paraná en la estación Paraná para el período de 1983 a 2020, los cuales están dispuestos en el Anexo IV.

Los valores de alturas IGN del rio en la localidad de Paraná se extrapolaron a la ciudad de Villa Urquiza teniendo en cuenta esta cota del cero de Villa Urquiza calculada.

6.4. Estudio hidrométrico

En la zona de estudio, el muelle de toma de Villa Urquiza está sujeto a las fluctuaciones de los niveles del río Paraná. Por ello, se realizó un análisis de la estación hidrométrica 3.050 – Paraná – Túnel Subfluvial, utilizando los datos de altura disponibles en la Red Hidrológica Nacional. El rango de datos abarca desde el 4 de marzo del año 1983 hasta el 13 de junio del año 2024.

Cada estación hidrométrica cuenta con un "cero hidrométrico" o nivel de referencia local, que puede estar varios metros por encima o por debajo del nivel del mar, según su ubicación. Este "cero hidrométrico" es un punto arbitrario que no necesariamente coincide con el nivel del mar ni con el sistema altimétrico del IGN. Para obtener la elevación real del agua respecto al nivel del mar (en el sistema altimétrico IGN), es necesario sumar la cota del "cero" de la estación al valor de la altura hidrométrica registrada. Esto permite que todas las mediciones se refieran al mismo sistema altimétrico, en este caso, el del IGN.

Por consiguiente, para ajustar las alturas hidrométricas a dicho sistema, se les sumó la cota IGN del nivel cero de la estación de Villa Urquiza, previamente calculada. En términos prácticos, si la altura hidrométrica en una estación es de 5 m y la cota del "cero" de Villa Urquiza

es de 10,23 m sobre el nivel del mar (en el sistema IGN), la elevación del nivel del agua con respecto al nivel del mar sería: 5 + 10,23 = 15,23 m.

6.5. Curva de caudales medios mensuales

Para determinar el ciclo hidrológico del río Paraná, se llevó a cabo un análisis mensual de caudales. Los datos de caudales líquidos se organizaron por año (disponibles en el Anexo IV), promediando los caudales correspondientes a cada mes y, posteriormente, se calcularon los promedios mensuales a lo largo de todos los años (desde 1983 hasta 2024). Los resultados se presentan en la Tabla 6.2.

Tabla 6.2 - Caudales medios mensuales

Mes	Caudal medio [m3/s]
Enero	14.264,70
Febrero	15.294,31
Marzo	17.346,18
Abril	16.864,19
Mayo	16.209,36
Junio	18.739,14
Julio	15.601,81
Agosto	14.055,97
Septiembre	13.180,50
Octubre	13.900,28
Noviembre	15.512,33
Diciembre	14.122,18

Con estos datos, se construyó la curva de caudales máximos mensuales que se presenta en la Figura 6.9.

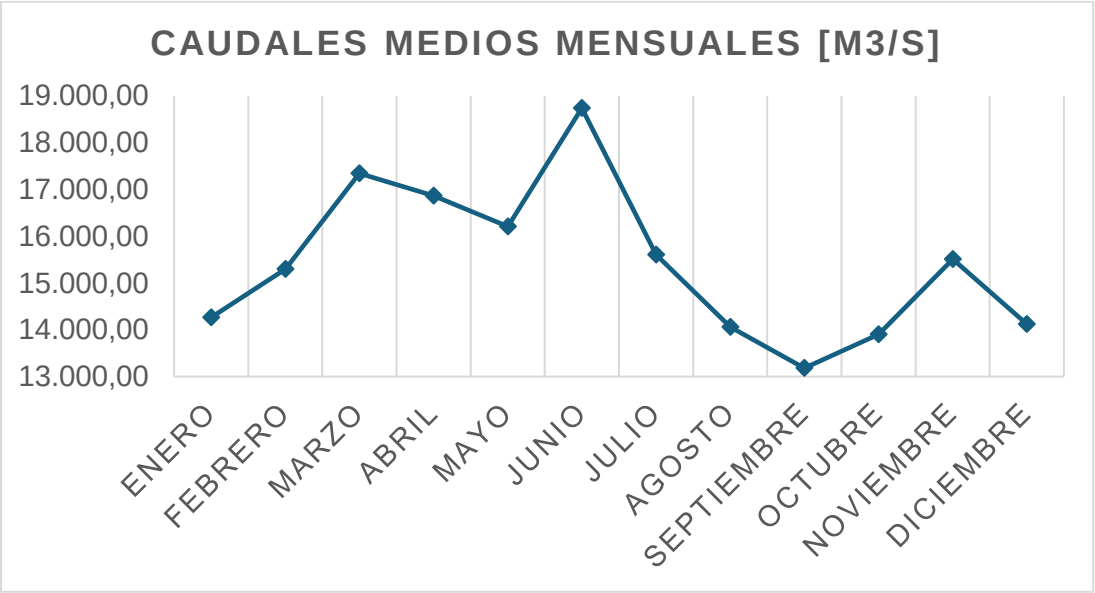


Figura 6.9 - Curva de caudales medios mensuales en la estación Túnel Subfluvial

Como es posible apreciar, el mes de inicio del año hidrológico es el de menor valor de caudal, correspondiente a septiembre (ya que este punto marca el fin de un ciclo y el comienzo de otro). Dicho mes coincide con el momento de inflexión en que las condiciones hídricas empiezan a mejorar, ya sea por el incremento de las precipitaciones o el deshielo, dependiendo de la cuenca en estudio. Desde ese momento, los caudales aumentan progresivamente, permitiendo así analizar los procesos hidrológicos a lo largo de un ciclo completo de recarga y descarga de agua.

Este enfoque ofreció un seguimiento más detallado de la dinámica hídrica del río Paraná, captando de manera integral tanto los períodos de escasez (cuando los niveles de agua son bajos) como los de abundancia.

6.6. Análisis de alturas

De manera similar al análisis de caudales, se realizó el cálculo de la altura media mensual para cada año calendario a partir de las mediciones de alturas hidrométricas. Posteriormente, para cada año se determinaron la altura máxima y mínima mensual, su valor medio y la media móvil de las alturas mínimas y máximas.

La tabla con los resultados de estas alturas se dispone en el Anexo IV y a su vez se encuentran representadas en la Figura 6.10, donde es posible observar la significativa crecida del río Paraná en el año 1983, seguida por la bajante histórica del año 2021.

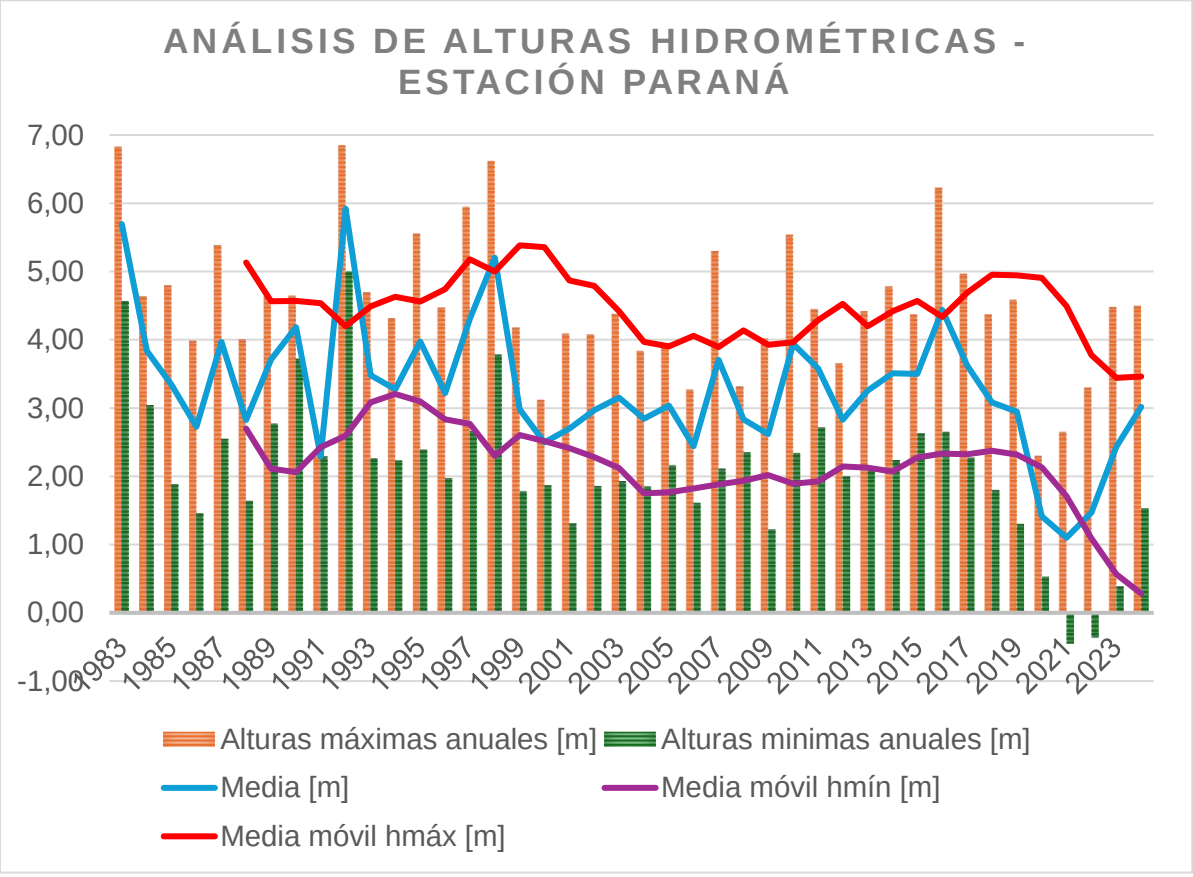


Figura 6.10 - Variación de alturas hidrométricas

6.7. Análisis de frecuencia de alturas diarias

Los valores diarios de alturas hidrométricas diarias se ordenaron de menor a mayor con el objetivo de construir la curva de frecuencias ilustrada en la Figura 6.11. Dado que es fundamental evaluar la probabilidad de que estas alturas sean superadas, se decidió considerar todo el rango de datos históricos disponibles desde 1983.

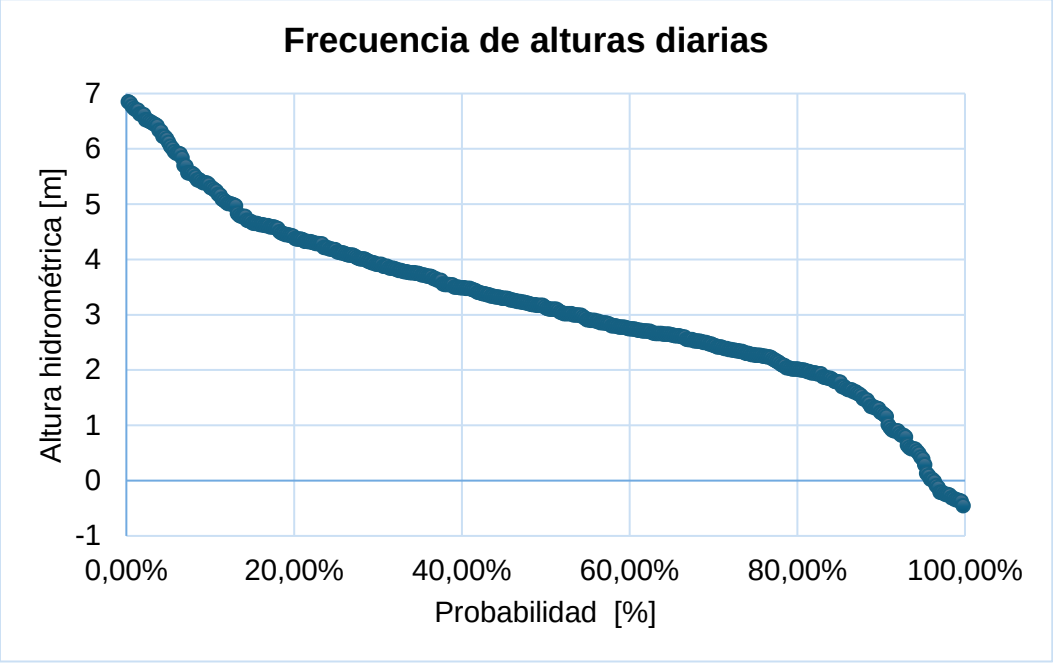


Figura 6.11 – Curva de frecuencia de alturas diarias

Las probabilidades en el eje “X” indican qué tan frecuentes son los diferentes niveles de agua. A medida que se desplaza hacia la derecha (mayores probabilidades), se observan los niveles de agua más bajos, los cuales ocurren con mayor frecuencia. Los valores de frecuencia para cada valor diario se encuentran en el Anexo IV. Por lo tanto, fue de interés analizar los siguientes valores:

- En el 0,23 %, se observa la altura máxima registrada de 6,85 m, lo que significa que es un evento extremo y de poca ocurrencia.
- En el 50 %, se indica que el valor de altura en ese punto es el que se iguala o supera la mitad de los días del registro (el valor mediano, que es 3,15 m).
- En el 100 %, se muestra la altura mínima registrada de -0,45 m (lo que implica que la mayoría de los días la altura está por encima de este valor).

Seguidamente, en la Tabla 6.3 se resumieron los valores de frecuencias cada 5 %, con sus correspondientes alturas hidrométricas en la estación Paraná Túnel y el estimado en la zona del muelle de toma de Villa Urquiza, expresados en cotas IGN.

Tabla 6.3 - Alturas hidrométricas para las principales frecuencias

Frecuencia %	Altura del Puerto - Paraná m	IGN del Puerto Paraná m	IGN del Muelle de toma - Villa Urquiza m
Cota 0		9,57	10,23
0,00%	6,85	16,42	17,08
5,00%	6,13	15,70	16,36
10,00%	5,32	14,89	15,54
15,00%	4,67	14,24	14,90
20,00%	4,40	13,97	14,63
25,00%	4,17	13,74	14,40
30,00%	3,91	13,48	14,14
35,00%	3,74	13,31	13,97
40,00%	3,49	13,06	13,72
45,00%	3,30	12,87	13,53
50,00%	3,13	12,70	13,36
55,00%	2,91	12,48	13,14
60,00%	2,75	12,32	12,98
65,00%	2,64	12,21	12,87
70,00%	2,45	12,02	12,68
75,00%	2,27	11,84	12,50
80,00%	2,02	11,59	12,25
85,00%	1,79	11,36	12,01
90,00%	1,23	10,80	11,46
95,00%	0,37	9,94	10,60
100,00%	-0,45	9,12	9,78

A partir de estos valores, se definió una altura mínima del río de 9,78 m de cota IGN y una altura máxima de 17,08 m de cota IGN. No obstante, por razones de seguridad, el nivel del piso del muelle se consideró 1 m por encima de la altura máxima, es decir, 18,08 m. A su vez, para el cálculo de la altura hidrométrica, que se desarrolla más adelante, se consideró 50 cm por debajo de la altura mínima, quedando como valor 9,28 m.

6.8. Flotación y sistema de anclaje

Uno de los aspectos críticos del proyecto fue la verificación de los pontones, los cuales ya están instalados en la estructura del muelle de toma actual. Sin embargo, debido a las modificaciones en las cargas ocasionadas por el cambio de bombas y la incorporación de nuevos elementos complementarios, fue imprescindible verificar que los pontones existentes cumplieran con los requisitos de flotación actuales.

La evaluación incluyó el análisis de la capacidad de los pontones para soportar las nuevas cargas sin comprometer la estabilidad y funcionalidad de la estructura. Para ello, se consideraron factores como el peso total de las bombas, el cuadro de válvulas, los acoples y las cargas vivas asociadas al tránsito y mantenimiento sobre la pasarela.

Este análisis buscó garantizar que los pontones mantuvieran la estabilidad de la pasarela, asegurando su operatividad y durabilidad frente a las nuevas condiciones de servicio. Para ello, se evaluaron los dos tipos de pontones presentes en el muelle:

- Pontón Tipo 1: Destinado a las pasarelas metálicas, ilustrado en la Figura 6.12.
- Pontón Tipo 2: Encargado de soportar el peso de las bombas y el cuadro de válvulas, observado en la Figura 6.13.

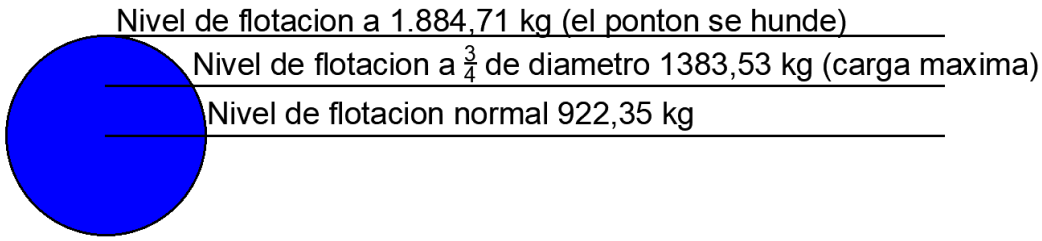


Figura 6.12 - Resultados del pontón Tipo 1

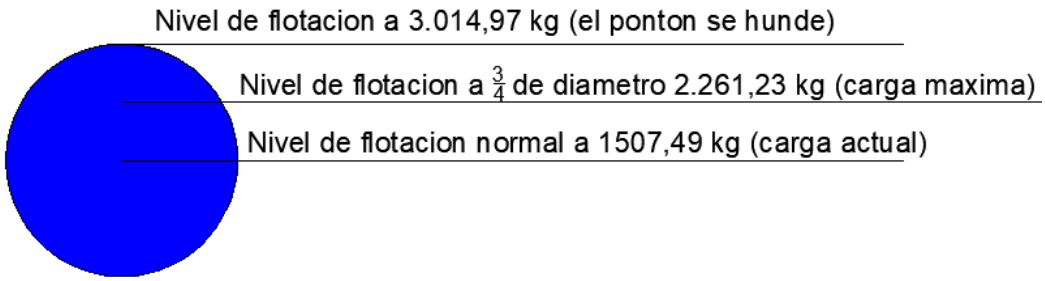


Figura 6.13 - Resultados del pontón Tipo 2

En base a los cálculos realizados, se verificó que el pontón es apto para cumplir su función de flotación. En condiciones normales, soporta una carga de 922,35 kg sin superar su capacidad de flotación y cuenta con un margen de seguridad suficiente para resistir hasta una carga máxima de 1.383,53 kg (correspondiente a ¾ de su diámetro sumergido). Esto garantiza la estabilidad y funcionalidad del sistema bajo las condiciones previstas. Por lo tanto, el diseño cumple con los requerimientos establecidos. La memoria de cálculo se encuentra en el Anexo IV.

Los pontones flotantes están conectados a tierra mediante las pasarelas de acceso mencionadas anteriormente, utilizando un sistema basculante, el cual se replica en la conexión entre la pasarela de acceso y el estribo (tierra).

El sistema de sujeción está compuesto por dos pilotes (de 50 cm de diámetro, construidos en hormigón armado H-21) colocados en la orilla, y ocho cables tensores de acero (cuatro por cada pilote). Cada tramo de pasarela está unido a estos cables, los cuales están sujetos en sus extremos a los pilotes con el objetivo de regular la posición de la estructura y evitar su arrastre o desplazamiento por la fuerza de la corriente del río.

Los cables de acero existentes poseen una tensión máxima de 2.000 kgf por cable (totalizando 16 toneladas) y un diámetro de 10 mm. Estos cables están conformados por una

estructura 6 x 19 con alma de acero de alta resistencia y están unidos a los pilotes mediante abrazaderas de acero, como se puede observar en la Figura 6.14.

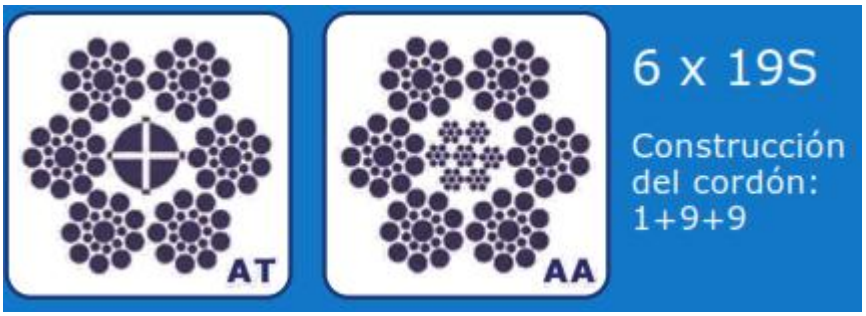


Figura 6.14 - Cables de construcción para uso general

Capítulo 7. Diseño de la planta modular

A lo largo del desarrollo de este proyecto, se optó por la ampliación de la planta potabilizadora por medio de un sistema de planta modular similar al existente debido a sus múltiples ventajas en comparación con otros tipos de plantas de tratamiento. A continuación, se presentan las principales razones que justificaron esta elección:

- Adaptabilidad y crecimiento: Las plantas modulares son ideales para escenarios donde las necesidades de tratamiento pueden cambiar con el tiempo. Su diseño permite agregar más unidades según sea necesario, adaptándose al crecimiento poblacional y a las variaciones en la demanda de agua.
- Eficiencia en costos: En general, para las ciudades pequeñas, este tipo de plantas resulta más económico tanto en su construcción como en su operación. Su diseño estandarizado y la fabricación en serie de sus componentes reducen significativamente los costos del proyecto.
- Rápida instalación: Gracias a su estructura prefabricada, las plantas modulares pueden instalarse en menos tiempo que las instalaciones convencionales. La mayoría de sus componentes llegan al sitio ensamblados, lo que acelera la puesta en marcha.
- Optimización del espacio: Estas plantas requieren menos superficie que los sistemas tradicionales, lo que representa una ventaja clave en zonas con restricciones de terreno.
- Facilidad de mantenimiento: Su diseño modular permite un acceso sencillo a los componentes para su mantenimiento. Además, muchas de estas plantas incorporan sistemas de control automatizado que simplifican su operación y monitoreo.
- Menor impacto ambiental: Al ser más compactas y eficientes, reducen el uso de recursos y el impacto en el entorno durante su construcción y operación.
- Versatilidad: Son capaces de adaptarse a distintos tipos de agua y condiciones locales, lo que las hace una opción flexible y adecuada para diversas aplicaciones.

En síntesis, la implementación de una planta potabilizadora modular representa una solución eficiente para las ciudades pequeñas, en términos de costos, tiempo de instalación, flexibilidad y mantenimiento. Esto la convierte en una alternativa ideal para pequeñas localidades con necesidades urgentes de abastecimiento de agua potable.

Para garantizar su eficiencia y sostenibilidad a largo plazo, se consideraron aspectos técnicos clave, como el dimensionamiento adecuado de la planta, la selección de tecnologías apropiadas, la evaluación de su capacidad de tratamiento y su integración con la infraestructura existente. Estos factores aseguraron que la planta pudiera satisfacer tanto las necesidades actuales como futuras de la comunidad, optimizando los recursos disponibles, reduciendo los costos operativos y minimizando su impacto ambiental.

7.1. Introducción y conceptos generales

Las plantas potabilizadoras tienen el objetivo de someter el agua superficial de un río, o de cualquier otro embalse, a varios procesos con la finalidad de garantizar que sea apta para su consumo y uso en las actividades diarias de la población, asegurando que sus características físicas y químicas no produzcan ningún impacto negativo en el consumidor.

En la Figura 7.1, se esquematizan, a modo de introducción, los procedimientos que deben estar presentes en todo tipo de planta potabilizadora.

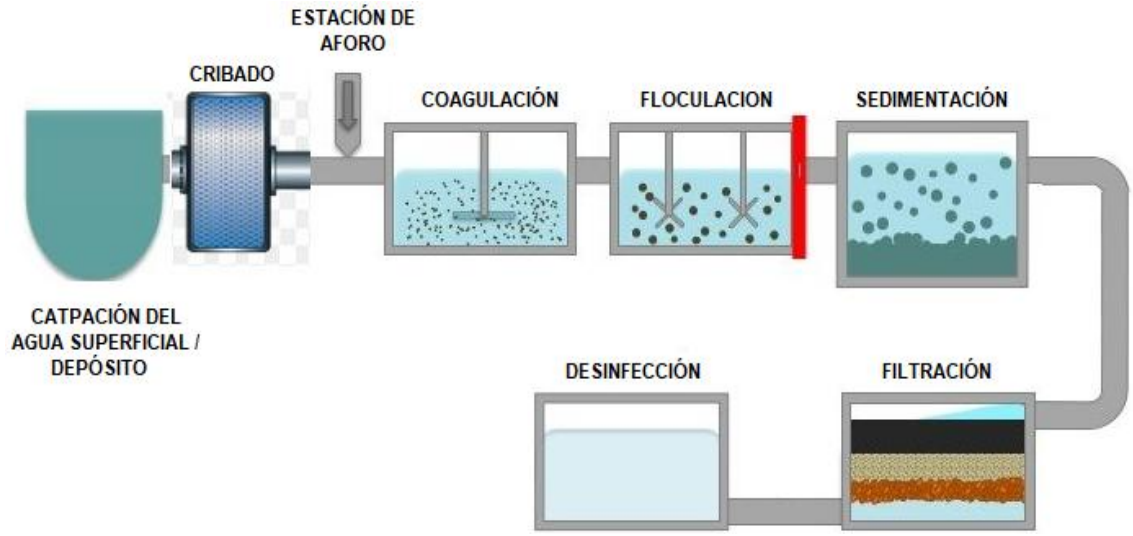


Figura 7.1 - Procesos de una planta potabilizadora

No obstante, es importante destacar que este es un proceso estándar, el cual puede variar según las características del agua fuente, los requerimientos específicos de calidad del agua potable y las tecnologías disponibles en cada planta. Estas variaciones pueden deberse a:

- Orden de los procesos: Si bien la secuencia presentada en la imagen sigue una lógica de tratamiento progresivo, en algunas plantas el proceso de filtración puede realizarse antes de la desinfección o incluso repetirse en distintas etapas para garantizar una mejor calidad del agua.
- Incorporación de etapas adicionales: Dependiendo de las necesidades específicas de cada localidad, pueden añadirse procesos como pre-oxidación, remineralización o filtración avanzada, incluyendo ósmosis inversa.
- Uso de tecnologías alternativas: Algunas plantas pueden emplear tecnologías complementarias o distintas a las convencionales, como ultrafiltración o sistemas de ozonización, en lugar de los métodos tradicionales.
- Adaptación a condiciones locales: Factores como la calidad inicial del agua, la topografía, el clima y la disponibilidad de recursos pueden influir en el diseño y la operación de la planta, requiriendo ajustes en el proceso de tratamiento.

En los siguientes apartados de este capítulo, se presenta una breve descripción de cada uno de los componentes de la planta. Los cálculos detallados se incluyen en el Anexo V, mientras que los planos correspondientes a este capítulo se encuentran en el Anexo X.

7.2. Módulo de ampliación proyectado

En lo que respecta al tipo de planta, se optó por proyectar un módulo de tratamiento convencional, el cual se sumara a la planta para que trabaje en conjunto con el módulo existente. Para ello, se definieron las etapas por las que recorre el agua a tratar, incluyendo los procesos de coagulación, floculación, sedimentación y filtración lenta. En la Figura 7.2 se puede observar la ubicación preliminar que este tendrá, mientras que el plano detallado de la instalación se encuentra en el Anexo X.

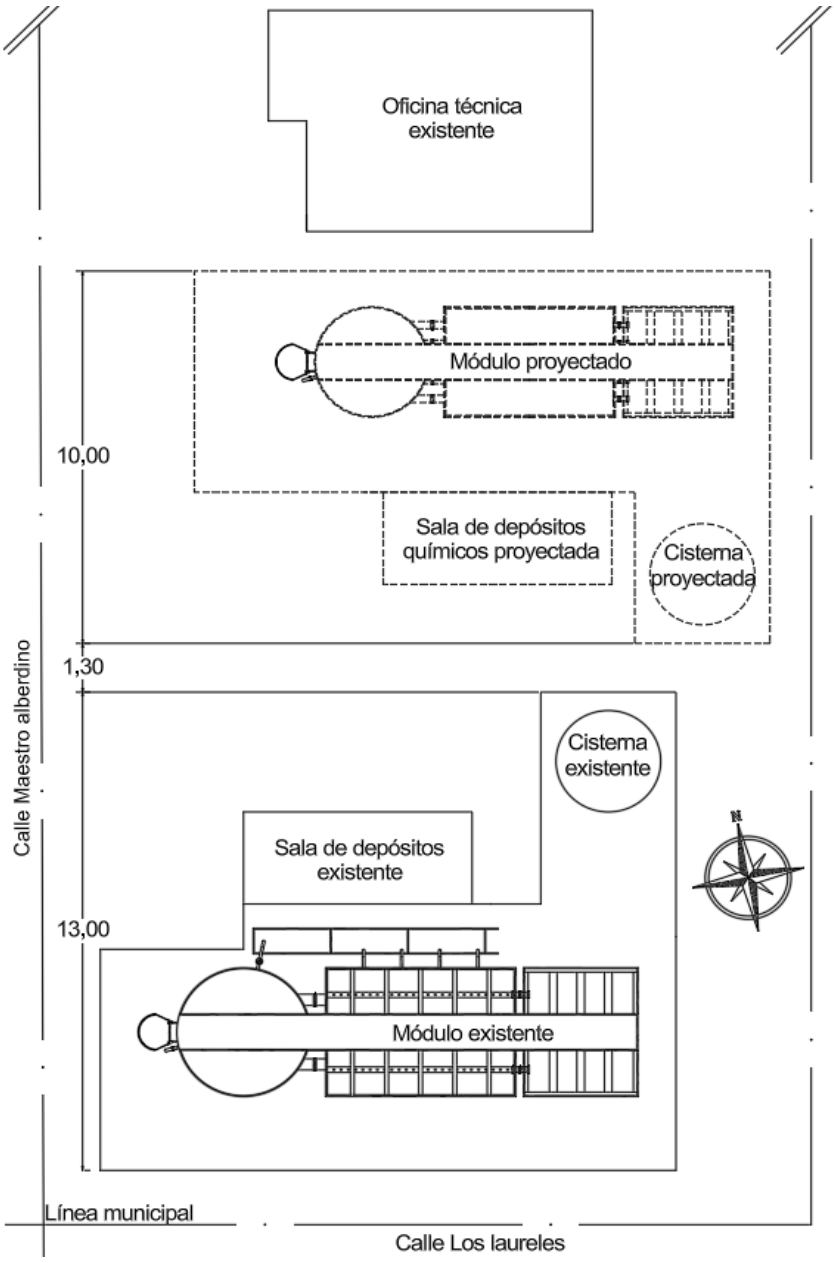


Figura 7.2 – Ubicación preliminar del nuevo módulo

Los diversos procesos específicos que se describen a continuación están conformados por las partes componentes que pueden observarse en las Figuras 7.3, 7.4, 7.5 y 7.6, indicados sobre fotografías de la planta actual.

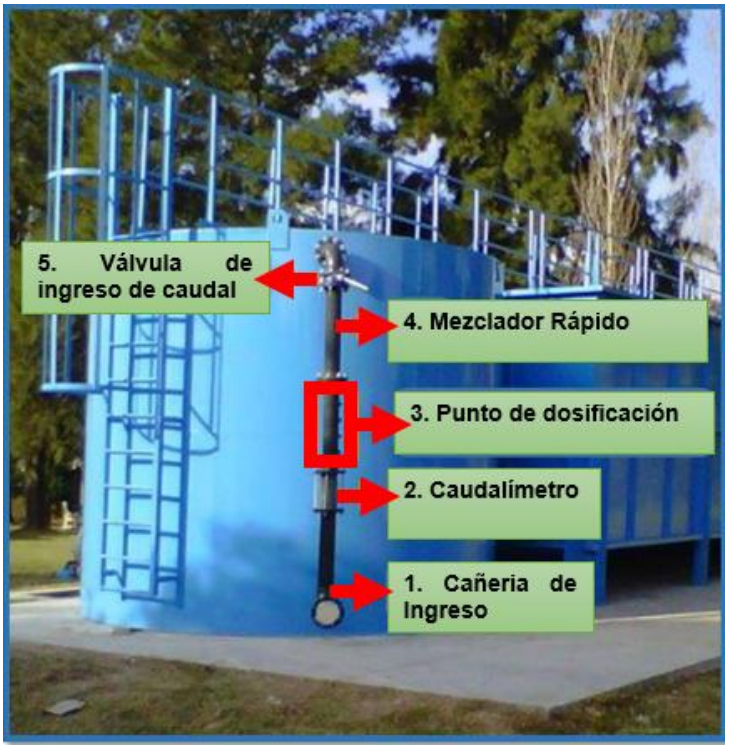


Figura 7.3 - Componentes de la planta potabilizadora modular - 1

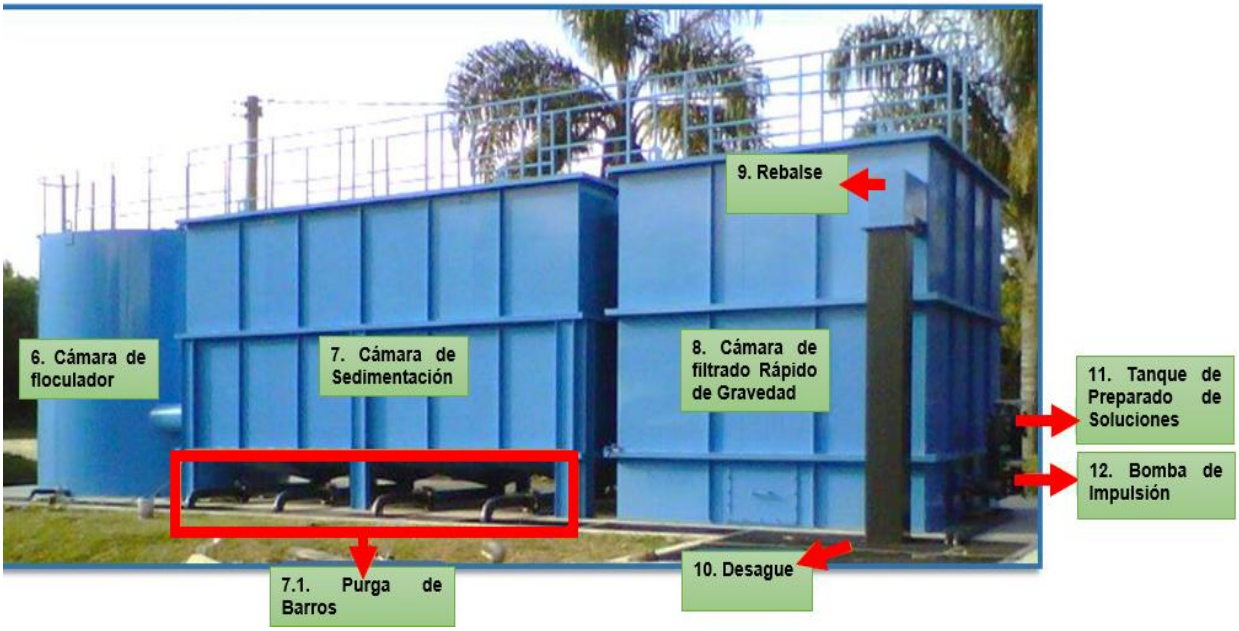


Figura 7.4 - Componentes de la planta potabilizadora Modular - 2

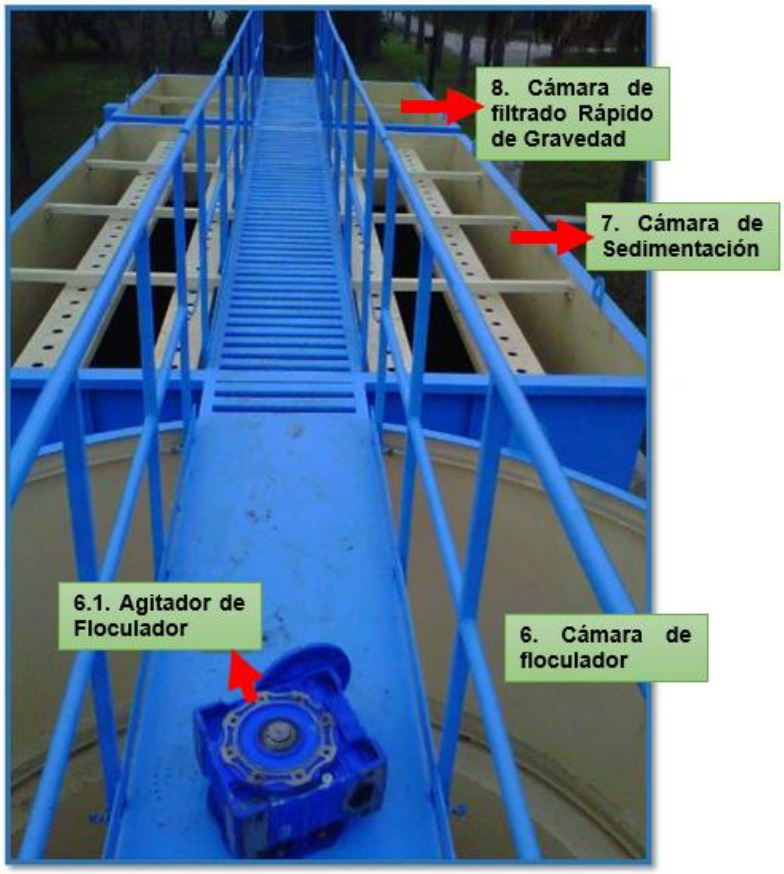


Figura 7.5 - Etapas de la Planta Potabilizadora Modular - 3

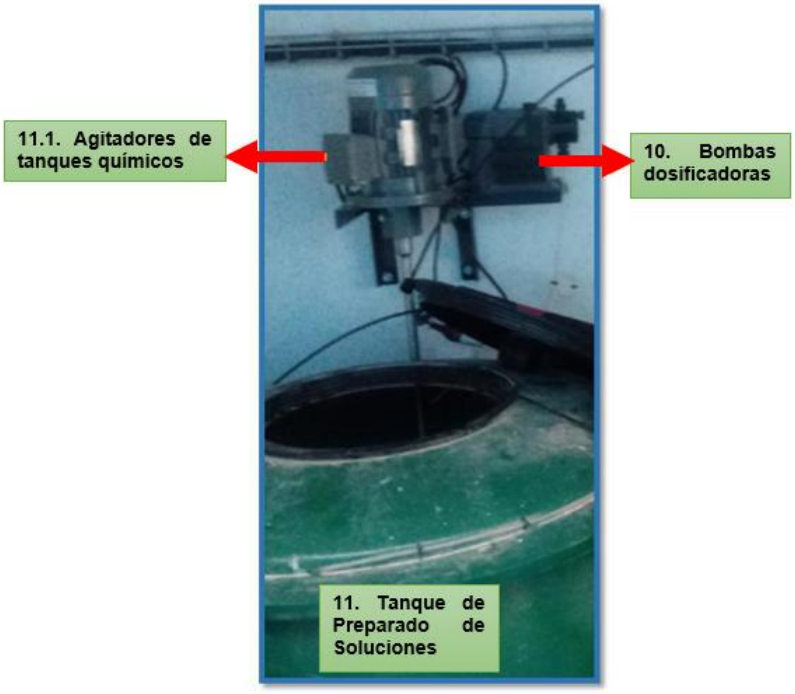


Figura 7.6 - Etapas de la Planta Potabilizadora Modular – 4

Para el cálculo de cada parte componente de este nuevo módulo, se utilizó el caudal restante a tratar entre el estimado a futuro y el de diseño de la planta actual. Esto se debe a que, en base a los cálculos de los caudales de diseño realizados en los capítulos anteriores, se definió que, para el año de estudio, la planta modular actual es capaz de tratar un caudal de 60 m³/h. Por lo tanto, el caudal utilizado para el dimensionamiento completo de este nuevo módulo presenta en la Tabla 7.1.

Tabla 7.1 - Caudales a operar en el nuevo módulo de la planta potabilizadora

Caudales operados	Valor
(A) Caudal de tratamiento total a tratar en la planta para el año de diseño	0,023 m^3/s
	83,16 m^3/h
	1.996 $m^3/día$
(B) Caudal actualmente tratado	0,017 m^3/s
	60,00 m^3/h
	1.440 $m^3/día$
(C) = (A) – (B) Caudal restante a tratar	0,006 m^3/s
	23,16 m^3/h
	556 $m^3/día$

La estructura general de este nuevo módulo será de acero al carbono, con un espesor de 1” (2,54 cm). Para aumentar su rigidez, se consideró el refuerzo con perfiles UPN de 100 mm del mismo material, los cuales estarán ubicados en la parte inferior, lateral y superior de la estructura portante. Dado que la planta está dividida en módulos o secciones transportables, se incluirán cáncamos de izaje estratégicamente ubicados, acompañados de los refuerzos necesarios para facilitar su traslado.

El interior de la planta estará revestido con pintura epoxi sin solvente de 0,3 mm de espesor, aprobada para contacto con productos alimenticios. Esta pintura se aplicará sobre la chapa previamente arenada hasta alcanzar un acabado de metal blanco. En el exterior, la estructura será recubierta con una capa de antióxido al cromato, seguida de dos manos de esmalte sintético para una mayor protección contra la corrosión.

7.2.1. Cañería de ingreso - Cribado

El cribado es un proceso que consiste en hacer pasar el agua a través de rejas o tamices que retienen los sólidos de mayor tamaño que la separación entre las barras, como ramas, palos y todo tipo de residuos sólidos flotantes o sumergidos. Por lo tanto, se proyectó el uso de un filtro de "canasta" o "cesta" para el agua cruda, antes de su ingreso a la planta de tratamiento. Este filtro realiza un cribado primario, eliminando sólidos de gran tamaño como ramas y hojas, lo cual ayuda a proteger la planta de problemas asociados con la presencia de materiales sólidos. La elección del tamaño del filtro se basó en el diámetro de la cañería de ingreso hacia el módulo proyectado de 100 mm.

El esquema se presenta en la Figura 7.7, mientras que las especificaciones adoptadas para este filtro se presentan en la Tabla 7.2.

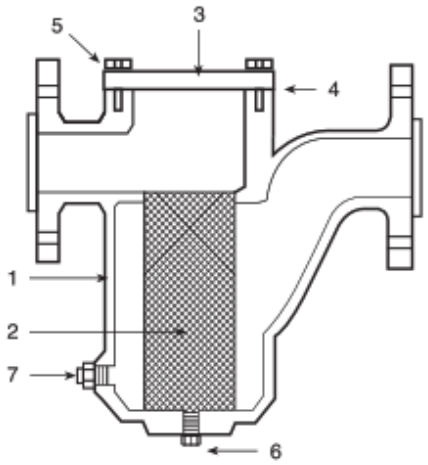


Figura 7.7 – Pre-filtro de canasta desmontable

Tabla 7.2 – Pre-filtro de canasta desmontable

ítem	Valor
Modelo	SBFSS-150
Tamaño	4"
Cv	456,70
Area libre	0,054 m2
Rel. Filtración	6,69:1
Material de construcción	Acero Inoxidable 304
Presión máxima permitida	19,4 kg/cm2 g/-29-38°C
Temperatura Máxima permitida	454°C/0-29 kg/cm2 g

7.2.2. Caudalímetro - Aforo

En el ingreso de la hacia el nuevo módulo compacto, a fines de poseer una “estación de aforo” para obtener un registro del caudal de agua que debe ser tratado, se definió la instalación de un hidrómetro tipo turbina, cuyo medidor es de tipo “rueda paleta”, como el que se puede ver en la Figura 7.8.

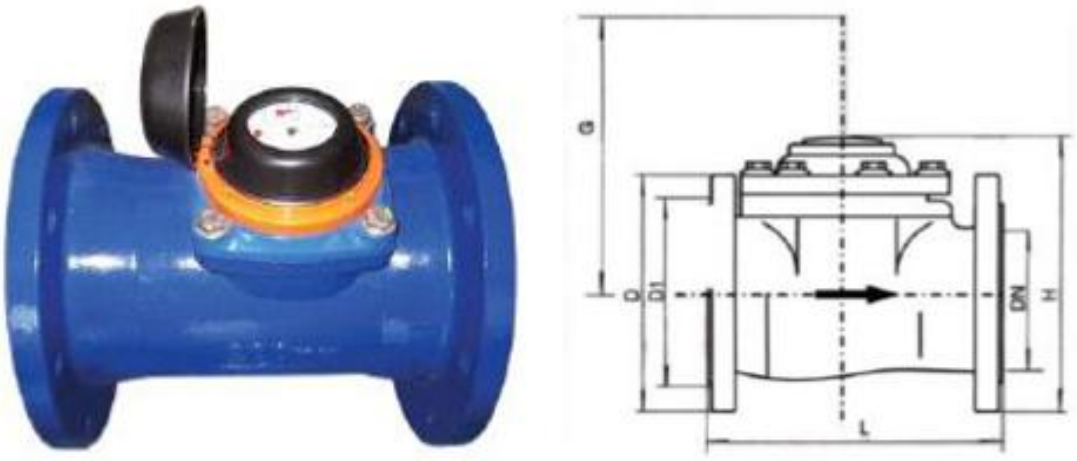


Figura 7.8 – hidrómetro tipo rueda paleta

Este dispositivo utiliza una rueda con paletas o aspas en su interior, que gira cuando el fluido pasa a través del medidor. El número de vueltas que da la rueda es proporcional al volumen del fluido que fluye por el sistema, lo que permite medir el caudal de manera precisa. Las especificaciones de este hidrómetro se presentan en la Tabla 7.3.

Tabla 7.3 - Hidrómetro adoptado

ítem	Valor
Mecanismo de medición	Rueda Paleta
Marca	Woltman
Caudal por soportar	23,16 m3/h
Modelo	LXLC - 100B
Tamaño	100,00 mm
Caudal máximo soportado	120,00 m3/h
Caudal nominal	60,00 m3/h
Longitud	250
Altura	275
G	360
Peso	19,00 kg
Montaje	Sobre ducto de alimentación
Material	Cuerpo de fundición con cobertura epoxi

7.2.3. Punto de dosificación de los agentes coagulantes

Una vez que el agua cruda llega a este punto, y habiendo eliminado en su mayor parte los sólidos gruesos, es vital añadir los coagulantes o agentes químicos. Estos productos químicos (los cuales se describen más adelante) se agregan para provocar la coagulación y posterior floculación de las partículas suspendidas en el agua. La dosificación debe ser cuidadosamente controlada y ajustada según el caudal y la calidad del agua que ingresa. En la Figura 7.9, se pueden observar las mangueras que inyectan el coagulante.

Figura 7.9 - Inyección de coagulante

Para la selección del diámetro, se debió tener en cuenta el caudal de ingreso definido anteriormente y se adoptó una velocidad del flujo de 2 m/s. Frente a estos valores se llegó a un diámetro necesario por adoptar de 100 mm.

7.2.4. Mezclador rápido

Seguido del punto de dosificación, antes del ingreso a la cámara de floculación, se proyectó un mezclador estático, cuyo fin es asegurar una mezcla rápida de los reactivos mencionados anteriormente. El objetivo fue neutralizar las cargas eléctricas de las partículas suspendidas en el agua.

En este punto, los tiempos de mezclado debieron ser inferiores a 7 segundos, y se manejaron, por razones económicas, gradientes de velocidad de 300 a 1.200 s^{-1}.

El tipo de mezclador utilizado para este caso es en “línea – estático” (como el que se puede ver en la Figura 7.10), el cual es un dispositivo sin partes móviles que se instala directamente en la tubería.

Figura 7.10 – Mezclador rápido – Línea/estático

Este mezclador aprovecha la energía del flujo de agua para crear turbulencia y mezclar de forma rápida y eficiente productos químicos, como los coagulantes. Entre sus características destacan su diseño compacto, bajo mantenimiento y alta eficiencia. Funciona mediante la desviación del flujo a través de elementos internos fijos que generan remolinos, asegurando una dispersión uniforme de los productos químicos sin necesidad de equipos adicionales ni consumo de energía externa.

Se debió tener en cuenta que, a medida que aumenta el caudal a tratar, disminuye la aplicabilidad de dispositivos hidráulicos, por lo que estos debieron ser verificados.

Los datos del mezclador proyectado se encuentran en la Tabla 7.4, y el cálculo correspondiente se dispone en el Anexo V.

Tabla 7.4 - Mezclador estático

ítem	Valor
Tipo de mezclador rápido	En línea - estático
Marca	Imtecom
Montaje	Sobre ducto de alimentación

ítem	Valor
Conexión	Bridada
Diámetro nominal	75,00 mm
Material	Acero Inoxidable

7.2.5. Válvula de ingreso de caudal

Para la selección de la válvula reguladora para el nuevo módulo (como la que se observa en la Figura 7.11), se trabajó con el caudal restante y, a partir de la ecuación de continuidad (al igual que para el cálculo del punto de dosificación), se adoptó una velocidad de flujo de 2 m/s. Con el valor resultante, se observa en la Tabla 7.5 la válvula que se procedió a adoptar.

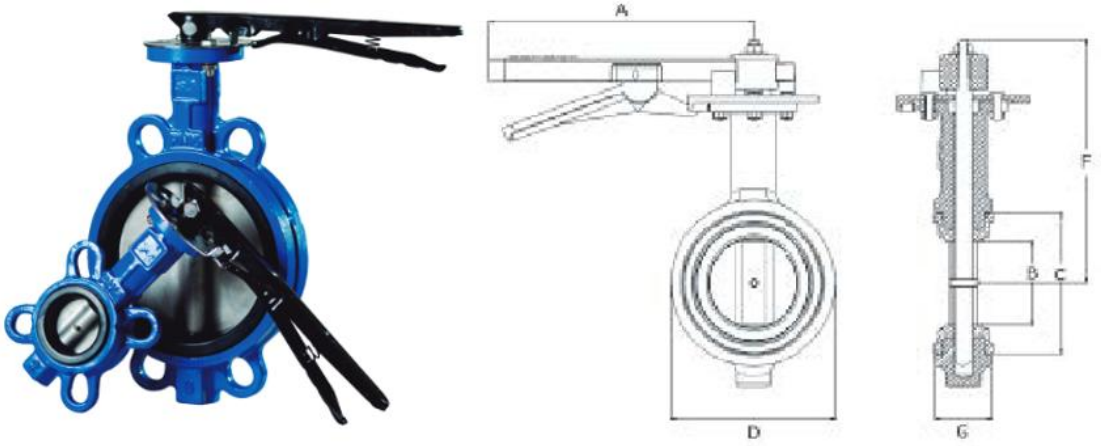


Figura 7.11 – Válvula reguladora de caudal

Tabla 7.5 – Válvula reguladora

Ítems	Valor
Tipo de válvula reguladora	Válvula mariposa tipo wafer
Marca	Foglia
Accionamiento:	Manual
Montaje	Sobre ducto de alimentación
Conexión	Bridada
Material del disco y eje	Acero inoxidable
Cuerpo	Cuerpo de fundición
Terminación	Pintada con pintura Epoxi
Diámetro	75,00 mm
Peso	3,85 kg
A	240,00 mm
B	70,00 mm
C	115,00 mm
D	135,00 mm
E	80,00 mm
F	160,00 mm
G	50,00 mm

7.2.6. Cámara de floculador

Al llegar a la cámara de floculación, junto con los coagulantes ya suministrados, se busca eliminar las partículas coloidales (suspendidas) y otras impurezas presentes en el agua cruda, de manera que se facilite la extracción de estas en los posteriores procesos de sedimentación y filtración. El resultado de estos procesos es la eliminación de turbidez, materia orgánica y microorganismos presentes en el agua, mejorando así su calidad para ser posteriormente desinfectada y distribuida para el consumo.

Para el caso de estudio, se proyectó un floculador del tipo mecánico, el cual posee un agitador giratorio mecánico de paletas de eje vertical con motoreductor planetario de velocidad variable.

Las guías de ENOHSA están centradas principalmente en el diseño de floculadores del tipo rectangular, ya que son más comunes en las plantas de tratamiento de agua potable. Sin embargo, los floculadores circulares también son una opción viable y efectiva, especialmente cuando el espacio es limitado o se busca un diseño más compacto, como es el caso de estudio.

En el Anexo V se pueden observar las consideraciones y el desarrollo del cálculo. En la Tabla 7.6 se presentan las secciones de la cámara de floculación resultante.

Tabla 7.6 - Sección de la cámara de floculación

Cámara de floculación	
Modulo proyectado	
Ítem	Valor
Volumen de la cámara	19,79 m^3
Tiempo de residencia	25 min
Diámetro	3 m
Altura	2,8 m

Posteriormente, según las secciones de la cámara, se definen las paletas giratorias internas con eje vertical, como las que se pueden ver en la Figura 7.12.

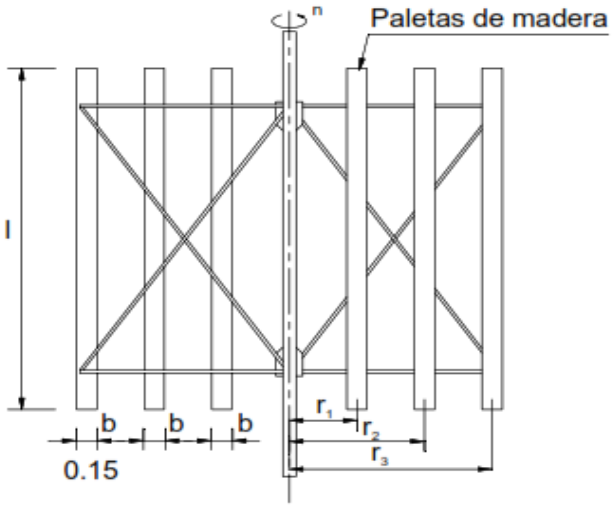


Figura 7.12 – Paletas de eje vertical

Las características y medidas de la cámara resultantes se observan en la Tabla 7.7.

Tabla 7.7 - Características de la cámara de floculación

Parámetro	Valor
Volumen de la cámara	19,79 m^3
Tiempo de residencia	25 min
Diámetro	3,00 m
Altura	2,80 m
Material de construcción	Acero al carbono
Tratamiento superficial interior	Arenado
Tratamiento de base interior	Fondo epoxi sanitario
Tratamiento final interior apto p/consumo	Epoxi aducto amina y pigmentos inertes
Espesor de tratamiento final interior	300 - 400 micrones
Tratamiento superficial exterior	Lavado químico
Tratamiento de base exterior	Anticorrosivo
Tratamiento final exterior	Poliuretano
Espesor tratamiento final exterior	100 - 150 micrones
Agitador	
Agitador tipo	Eje en vertical y palas paralelas
Ancho de las paletas	0,075 m
Largo de las paletas	2,50 m
Cantidad de paletas en total	6
Potencia del motor-reductor	0,10 HP
Motor tipo	Trifásico / 380V-50hz
Marca	Lenax
Tipo	Sinfín y Corona

Posteriormente, el agua ya floculada se dirige hacia la cámara de sedimentación.

7.2.7. Cámara de sedimentación

La cámara de sedimentación que se proyectó utiliza seditubos (tubos inclinados). En este punto, se logra sedimentar los sólidos en suspensión ya coagulados y floculados. La cámara opera mediante un proceso físico que facilita la separación de los sólidos del agua, utilizando solo un tercio del espacio requerido por un sedimentador tradicional.

En un sedimentador equipado con seditubos, se genera una zona de baja turbulencia y flujo estable, caracterizada por un bajo número de Reynolds. Esto permite que las partículas suspendidas tengan el tiempo necesario para asentarse en los tubos inclinados. Desde allí, los sólidos se deslizan hacia el fondo, donde un sistema se encarga de recoger los barros depositados (tolvas).

El agua ingresa desde la parte inferior. Por lo tanto, el sistema de colección se ubica en la parte superior y se realiza a través de canaletas de sección acorde al caudal y tiempo de residencia considerados. Debajo de los seditubos se encuentra la tolva de acumulación de sólidos, lo que permite que el lodo fluya hacia el fondo a lo largo de los tubos, mientras que el agua clarificada sale por la parte superior. Este proceso se puede observar en la Figura 7.13.

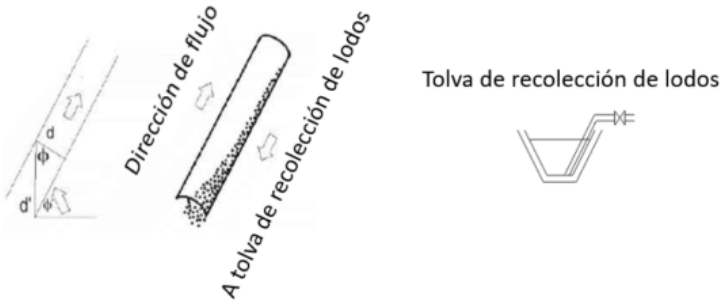


Figura 7.13 - Dirección del flujo y solidos

La altura útil del sedimentador fue condicionada por la altura de los seditubos. Adicionalmente, se agregó una altura correspondiente al espacio libre por encima del nivel de agua y otra para el almacenamiento de lodos en la parte inferior. Estas alturas parciales se definen en la Figura 7.14.

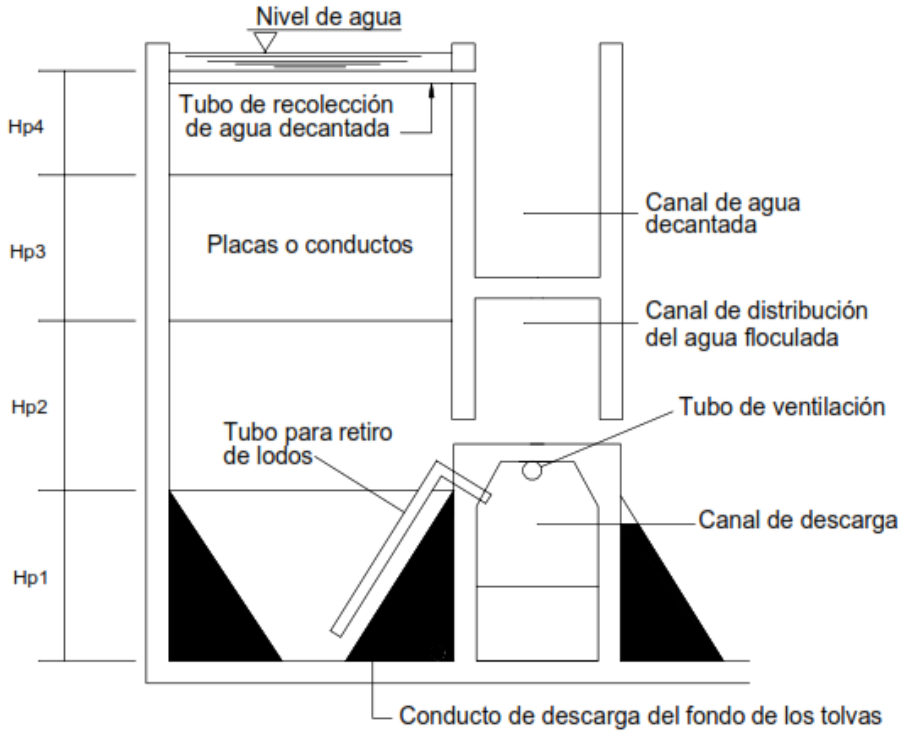


Figura 7.14 - Alturas parciales a consideras

- Hp_1: es la altura de la tolva o de la cámara longitudinal de almacenamiento temporario del barro; por lo tanto, ya que se colocarán tubería para la extracción de barros, la altura Hp_1 dependerá de sus características.
- Hp_2: distancia entre la extremidad superior de la tolva de barro (o cámara) y la extremidad inferior de los conductos.
- Hp_3: altura de los conductos por donde se produce el escurrimiento inclinado.

- Hp_4: distancia entre la extremidad superior de los conductos y la generatriz superior del tubo o del vertedero del caño de recolección de agua decantada. El decantador estará compuesto de dos cámaras, una a cada lado del canal central.

Con todas las alturas obtenidas (desarrolladas en el Anexo V), las características de la cámara de sedimentación se presentan en la Tabla de 7.8.

Tabla 7.8 - Características de la cámara de sedimentación laminar

Parámetro	Valor
Volumen de la cámara	37,80 m^3
Tiempo de residencia	97,80 min
Largo	4,50 m
Ancho	3,00 m
Altura	2,80 m
Material de construcción	Acero al carbono
Tratamiento superficial interior	Arenado
Tratamiento de base interior	Fondo epoxi sanitario
Tratamiento final interior apto p/consumo	Epoxi aducto amina y pigmentos inertes
Espesor de tratamiento final interior	300 - 400 micrones
Tratamiento superficial exterior	Lavado químico
Tratamiento de base exterior	Pintura anticorrosiva
Tratamiento final exterior	Poliuretano
Espesor tratamiento final exterior	100 - 150 micrones

Adicionalmente se calculó la sección de la cañería de retiro de lodos, obteniéndose según la tasa de descarga que se realizara cada media hora, un diámetro de 65 mm. En base a este diámetro, las características de las válvulas de purga se presentan en la Tabla 7.9.

Tabla 7.9 - Válvulas de purga de fondo

Item	Valor
Regulación de caudal de barrido	Válvula mariposa tipo wafer
Marca	Foglia
Accionamiento:	Automático (neumático)
Montaje	Sobre ducto de alimentación
Conexión	Bridada
Disco eje	Acero inoxidable
Cuerpo	Cuerpo de fundición
Terminación	Pintada con pintura Epoxi
Diámetro	65,00 mm
Cantidad de válvulas para descargas	3

7.2.8. Cámara de filtrado rápido de gravedad

Aunque los procesos de coagulación y sedimentación eliminan la mayoría de los sólidos, un 5 % de partículas suspendidas permanecen en el agua, generando turbidez y posibles

refugios para microorganismos. Para lograr agua potable de alta calidad, después de la coagulación, floculación y sedimentación, es esencial realizar filtración y desinfección.

En este caso, se proyectó un filtro convencional de capa única de arena con soporte de grava. Las características de esta cámara se observan en la Tabla 7.10, y el desarrollo de esta se encuentra en el Anexo V.

Tabla 7.10 - Características de la cámara de filtrado rápido de gravedad

Cámara de filtrado rápido de gravedad	
ítem	Valor
área total de filtración	7,00 m^2
Tasa de filtración adoptada	6,25 $m^3/h/m^2$
Ancho de la cámara	3,00 m
Largo de la cámara	2,65 m
Material de construcción de la Cámara	Acero al carbono
Tratamiento superficial interior	Arenado
Tratamiento de base inferior	Fondo epoxi
Tratamiento final inferior	Epoxi aducto amina y pigmentos inertes
Espesor del tratamiento final interior	400 micrones
Tratamiento superficial exterior	Lavado químico
Tratamiento de base exterior	Pintura anticorrosiva
Tratamiento final exterior	Poliuretano
Caudal por filtrar	23,16 m^3/h
Volumen del falso fondo	3,18 m^3
Medio filtrante	
ítem	Valor
Lecho filtrante	Arena
Espesor del lecho filtrante	1,00 m
Soporte	Grava
Espesor del soporte	0,40 m
Altura total del filtro	1,40 m
Porcentaje de expansión considerado	25,00%

7.2.9. Rebalse y desagüe

El sistema de "rebalse" en las cámaras de filtrado rápido por gravedad cumple funciones esenciales como controlar el nivel de agua para evitar desbordes, proteger la estructura ante obstrucciones evacuando el exceso de agua acumulada, y facilitar la descarga del agua sucia o excedente durante el retrolavado. Este proceso comienza con una canaleta colectora que recoge el agua expulsada por la expansión del lecho filtrante, la cual fluye hacia un vertedero y, finalmente, se dirige a la cámara de descarga mediante cañerías. En el plano resultante del diseño, dispuesto en el Anexo X, se puede observar esta zona de rebalse en la cámara.

7.2.10. Desinfección - Tanque de preparado de soluciones

El tratamiento de clarificación elimina turbidez, sólidos en suspensión y la mayoría de los microorganismos, pero no es suficiente para eliminar completamente bacterias y virus

patógenos, por lo que resulta necesario una etapa de desinfección. Esta etapa incluyó una pre-desinfección (para reducir contaminantes microbiológicos en casos especiales), una desinfección primaria (para eliminar virus y bacterias) y una desinfección secundaria (que mantiene un residual desinfectante en la red de distribución). Para maximizar su eficacia, el agua debe tener baja turbidez y estar libre de partículas coloidales.

Los reactivos utilizados son:

- Coagulantes: Sulfato de aluminio (neutraliza cargas para formar flóculos) o PAC (más eficiente, menos lodo, amplio rango de pH).
- Floculante: Poliamina catiónica, que forma flóculos grandes y densos para facilitar su remoción.
- Esterilizante: Hipoclorito de sodio, eficaz contra microorganismos patógenos.

Para el sistema de dosificación se adoptaron 3 tanques de 250 lts cada uno para el almacenamiento del coagulante, esterilizante y floculante, cuyas características se encuentran en la Tabla 7.11.

Tabla 7.11 - Tanques de dilución

Sistema de dosificación de químicos	
Tanques de dilución	
Ítem	Valor
Volumen de tanque de dosificación	250,00 lts
Cantidad	3
Material de construcción	Polietileno
Altura	1,37 m
Diámetro	0,68 m

Para estos tanques de dilución se debieron determinar la potencia de los motores para los agitadores, cuyas características se presentan en la Tabla 7.12.

Tabla 7.12 - Agitadores

Sistema de dosificación de químicos	
Agitadores	
Ítem	Valor
Potencia del motor eléctrico	0,55 kw
Material del eje y palas	Acero inoxidable
Tipo de agitador	Nhs 1.11-06905-300
Velocidad	69,00 r/min
Eje agitador	35,00 mm
Cantidad	2 (coagulante y floculante)
Marca	Inoxpa

Adicionalmente, se dimensionaron las bombas dosificadoras que aportan las soluciones de los productos en los tanques de preparados, cuyas características pueden ser observadas en la Tabla 7.13.

Tabla 7.13 - Selección de bombas dosificadoras

Ítem	Valor
Sulfato de aluminio	
Modelo	Dmb 7,0-7 b-pvc/v/c-x-g133a-k
Caudal máximo	7,00 lt/h
Presión máxima	7,00 bar
Material del cabezal	Pvc
Material de juntas	Viton
Material de bolillas	Cerámica
Cantidad	1
Hipoclorito de sodio y polielectrolito	
Modelo	Dmb 1,0-10 b-pvc/v/c-x-g133a-k
Caudal máximo	1,00 lt/h
Presión máxima	10,00 bar
Material del cabezal	PVC
Material de juntas	Viton
Material de bolillas	Cerámica
Cantidad	2

7.3. Cisternas y tanques de almacenamiento

Una vez finalizado el proceso de potabilización, el agua se almacena en una cisterna para su posterior bombeo al tanque elevado, permitiendo así alcanzar la presión necesaria para su distribución en la red. El diseño del sistema incluyó la instalación de una nueva cisterna y la verificación de los tanques elevados existentes, con el fin de asegurar una distribución adecuada del agua potable.

7.3.1. Capacidad de almacenamiento actual

Las guías ENOHSA establecieron una normalización en el volumen mínimo de almacenamiento para la regulación y consideración de posibles interrupciones de energía o de las fuentes de abastecimiento. Este volumen se enfocó en el 25 % del gasto medio diario para la población al horizonte de diseño, lo que equivale aproximadamente a 6 horas de consumo.

La ubicación de los sistemas de almacenamiento se observa en la Figura 7.15, y la capacidad de estos se detalla en la Tabla 7.14.

Tabla 7.14 - Capacidad de Almacenamiento Existente

Capacidad actual de cisternas y tanques de almacenamiento		
Ítem	Ubicación	Volumen
Cisterna	Predio de la planta potabilizadora	30,00 m^3
Tanque elevado	Predio de la planta potabilizadora	25,00 m^3
Cisterna	Centro del casco urbano	100,00 m^3
Tanque elevado	Centro del casco urbano	26,00 m^3

Capacidad actual de cisternas y tanques de almacenamiento		
Ítem	Ubicación	Volumen
Tanque elevado	Loteo Solares	20,00 m^3
Tanque elevado	Loteo Ojo de agua	10,00 m^3

Figura 7.15 - Ubicación y Capacidades de Tanques Elevados

Por lo tanto, con estos volúmenes se procedió a calcular el volumen necesario que se debe tener para poder abastecer 6 horas de consumo (ya que estos deben cubrir el 25% del caudal máximo diario). La verificación se presenta en la Tabla 7.15.

Tabla 7.15 - Volúmenes de almacenamiento a cubrir

Volúmenes de almacenamiento a cubrir	
Sist.inicial - actualidad - 2024	
Caudal medio diario	49,61 m^3/h
Caudal máximo diario q_{dn} (25%) a cubrir	12,40 m^3/h
Capacidad de las cisternas	200,00 m^3
Capacidad de los tanques elevados	81,00 m^3
Capacidad total del sistema de almacenamiento	281,00 m^3
Volumen requerido (caudal x tiempo)	74,42 m^3
Condición	Verifica
Año 30 - 2055	
Caudal medio diario	83,16 m^3/h

Volúmenes de almacenamiento a cubrir	
Caudal máximo diario q_{dn} (25%) a cubrir	20,79 m^3/h
Capacidad de las cisternas	200,00 m^3
Capacidad de los tanques elevados	81,00 m^3
Capacidad total del sistema de almacenamiento	281,00 m^3
Volumen requerido (caudal x tiempo)	124,74 m^3
Condición	Verifica

Como se puede observar, tanto la capacidad de almacenamiento existente para el sistema inicial, como la proyectada para el año 2055, cumplen y superan el volumen requerido para cubrir el 25% del caudal máximo diario.

7.3.2. Proyección de nuevas cisternas

Es de vital importancia que cada módulo compacto (el existente y el proyectado) cuente con una cisterna que permita de forma sostenida el retrolavado de los filtros. Para ello, fue necesario considerar que la cisterna debe estar llena para poder llevar a cabo este proceso. Por lo tanto, se proyectó una nueva cisterna exclusiva para el nuevo módulo.

Para cubrir este volumen, se adoptó un nuevo tanque cisterna, cuyas características se presentan en la Tabla 7.16.

Tabla 7.16 - Nuevo tanque cisterna

Nuevo tanque cisterna	
Ítem	Valor
Capacidad	21000 lts
Obs:	Cuenta con aditivo antibacterial y resistencia uv.
Material	PEAD (polietileno de alta densidad)
Diámetro	3,54 m
Altura	2,75 m

7.3.3. Cañería de barros de los módulos potabilizadores

Como parte fundamental del proyecto, y en particular del diseño de nuevo módulo potabilizador, se evaluó la capacidad de la cañería de PVC existente (Ø 200 mm) para determinar si es óptima para evacuar los barros generados por los dos módulos compactos en operación (el módulo actual de 60 m³/h y el proyectado de 23,16 m³/h).

Para el cálculo, se adoptó una tasa de producción de lodos de 1 L por metro cúbico de agua tratada, según las guías técnicas de ENOHSA. El caudal total de barros resultante fue de 0,0832 m³/h, considerando el aporte combinado de ambas plantas. El análisis hidráulico determinó que la velocidad del flujo en la cañería es de 2,65 m/s, valor que cumple con los criterios de diseño al superar la velocidad mínima de autolimpieza (0,6 m/s) y mantenerse por debajo del límite máximo (3,0 m/s), evitando así sedimentación o desgaste prematuro.

La traza de la cañería de barros, junto con el punto de descarga, se detalla en la Figura 7.16.

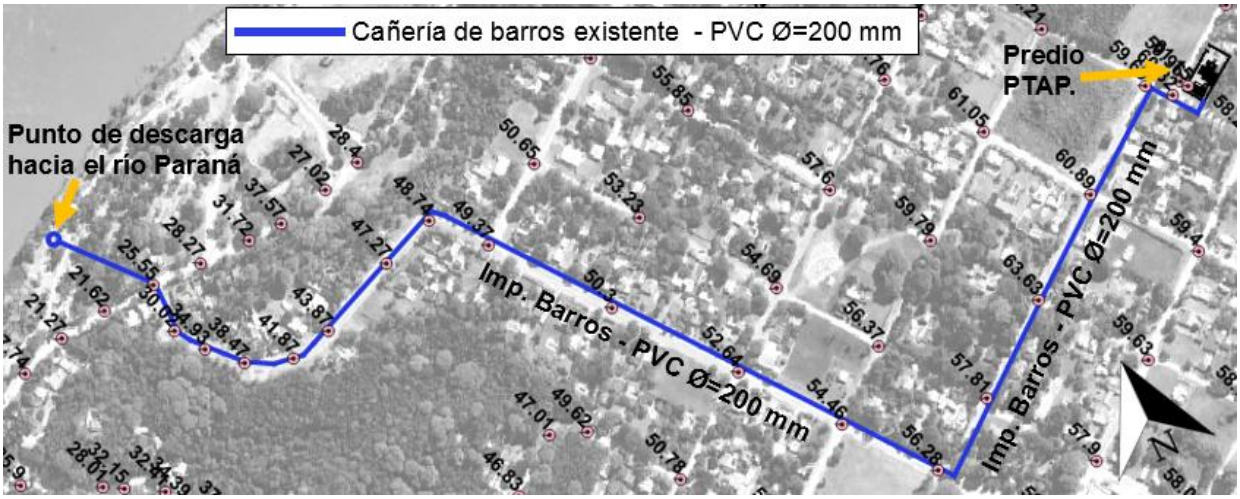


Figura 7.16 – Traza de la cañería de barros existente

Según la memoria de cálculo (que se encuentra en el Anexo V), se concluye que la cañería actual de 200 mm es adecuada para transportar el caudal de barros generado por ambos módulos compactos, por lo que no se requieren modificaciones en su diámetro.

Capítulo 8. Verificación de la impulsión y de la red distribución

La verificación comenzó con la evaluación del sistema de impulsión de agua cruda que abastece a Villa Urquiza, el cual se extiende desde la captación en el río Paraná hasta la planta potabilizadora (en la Figura 8.1 es posible apreciar la traza de la cañería de impulsión existente, con algunos datos relevantes). Esta tubería, está compuesta por tramos de PEAD PN 10 y PVC clase 10 (ambos de 200 mm de diámetro) y es de vital importancia corroborar mediante el modelado hidráulico su comportamiento bajo distintas condiciones operativas a fines de asegurar que el suministro de agua llegue a la planta potabilizadora.

Figura 8.1 – Traza de la cañería de impulsión

La red de distribución está conformada por un conjunto de cañerías de diferentes diámetros, materiales, accesorios y es del tipo mixta. Esto quiere decir que combina dos tipos de configuraciones, por lo que emplea una red mallada en áreas urbanas de alta demanda y una red ramificada en zonas periféricas, optimizando así costos y eficiencia operativa.

8.1. Modelación de la red con EPANET

Para llevar a cabo el diseño, cálculo y verificación de los sistemas de interés, se utilizó el software EPANET 2, desarrollado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA). Este software de modelado hidráulico permite simular el comportamiento de redes de distribución de agua potable, analizando el flujo de agua y las presiones en la red. Por lo tanto, se simularon diferentes escenarios de demanda y configuraciones de la red para determinar cómo afectan al servicio, ayudando a tomar decisiones para mejorar la infraestructura y asegurar un suministro de agua confiable para la comunidad.

Con los valores obtenidos de las demandas actuales analizadas en el estudio demográfico, así como las demandas de diseño, el trazado de la red de distribución actual y la proyectada a futuro, se procedió a modelar tres escenarios distintos, con el fin de obtener conclusiones. Estos fueron:

- Escenario actual (1): Corresponde al sistema actual, donde se analizó cómo funcionan las demandas actuales con la cañería de distribución existente.
- Escenario futuro – red actual (2): Se analizó cómo funciona el sistema de cañerías actuales con la demanda de diseño futura.
- Escenario de proyecto (3): En este escenario, se consideró la ampliación de la cañería en los puntos críticos, así como el cambio de tramos actuales en caso de que no cumplieran con los parámetros de interés. Este sistema fue evaluado con la demanda futura.

Del análisis, se esperó que los dos primeros escenarios (1) y (2) presentaran problemas en puntos críticos de la red, especialmente en el segundo, donde la demanda aumentaba.

8.2. Características consideradas en la red

8.2.1. Presiones mínimas y máximas en cañerías

En lo que respecta a las presiones mínimas, se adoptó el criterio de la O.S.N. de establecer una presión mínima de 12 m.c.a., valor que corresponde a la alimentación de tanques domiciliarios de viviendas de planta baja y tres pisos. En determinados puntos aislados, se consideró una presión mínima de 8 m.c.a.

Por otro lado, las presiones máximas se limitaron a valores no superiores a 30 m.c.a., con la salvedad de puntos específicos, como la conducción de agua hacia las urbanizaciones Ojo de Agua y Solares, donde se presentan presiones elevadas. Sin embargo, estos tramos fueron diseñados con materiales aptos para resistir las sobrepresiones correspondientes.

8.2.2. Tapada

Para las tapadas, se respetaron los valores mínimos establecidos en las guías de ENOHSA (definidos en la Tabla 8.1). Debido a los diámetros utilizados en la red (siendo el mayor, de 200 mm), se adoptó una tapada de 1 m. A su vez, en casos donde se presentaban cruces con otras instalaciones, o por razones de pendiente, se analizó modificar dicho valor.

Tabla 8.1 - Tapadas mínimas y de diseño – Guías de ENOHSA

Diámetro mm	Tapada	
	De Diseño m	Mínima m
Menor o igual a 250	1.00	0.80
300 a 400	1.20	1.00
500 a 800	1.50	1.00
Mayor a 900	1.80	1.00

8.2.3. Material

El material seleccionado para las tuberías de distribución proyectadas, tanto en las zonas donde se planean cambios de tubería como en el nuevo tramo de conducción que va desde el casco urbano hasta las urbanizaciones Ojo de Agua y Solares, es el policloruro de vinilo (PVC)

clase 6, debido a las presiones a las que se someterán estos tramos de tubería (menores a las admisibles) que se observan en el desarrollo de este capítulo.

Por otro lado, en la modelación se debió considerar y verificar el material existente de la tubería de impulsión, ya que esta presenta los valores de presión más elevados de toda la red. Dicha tubería está fabricada en polietileno de alta densidad (PEAD) de 200 mm (PN 10 – 10 kg/cm² de presión) y se extiende desde la captación hasta superar la barranca. A partir de ese punto, cambia a PVC clase 10 hasta llegar a la planta potabilizadora, como se observó en la Figura 8.1.

Para los tramos de tubería proyectados, se optó por utilizar en la impulsión de agua cruda una cañería de PVC C6 de 100 mm de diámetro, desde la tubería que llega al predio de la planta potabilizadora hasta la derivación hacia el nuevo módulo proyectado. Por otro lado, se adoptó una tubería de PEAD PN 10 de 150 mm de diámetro para el nuevo tramo que se encuentra en paralelo al existente (de 200 mm) en la cámara húmeda (que aloja las bombas sumergibles para la impulsión de agua cruda).

8.2.4. Zanjas

Las medidas adoptadas para el cálculo de los volúmenes de excavación de las zanjas se adoptaron de los valores indicados de la Tabla 8.2.

Tabla 8.2 – Medidas para zanjas normalizadas en Aguas Argentinas – Guías ENOHSA

DN mm	A mm	B cm
100	400	30
150	500	35
200	500	30
250	600	35
300	700	40
400	800	40
500	900	40
600	1000	40
> 700	DN + 500	50

El ancho de la zanja que se adoptó por lo tanto para las cañerías de diámetro 110, 160 y 200 mm fue de 0,50 m, reduciéndose a 0,40 m para diámetros menores.

Según las guías de ENOHSA, las cañerías de distribución de agua potable deben ubicarse a un mínimo de 1 m de distancia respecto de la línea municipal, para la ubicación de estas en este caso, se adoptó 1,5 m. Esta distancia mínima se estableció para facilitar el acceso en caso de reparaciones, prevenir interferencias con otros servicios y proteger la integridad de la red de distribución.

La base de asiento será una cama de arena extendida (pudiendo optarse tierra tamizada) a lo largo de los laterales y por encima de la cañería.

La cinta de advertencia estará a una altura de 30 cm sobre la cañería, la cual será azul de material plástico de 200 mm de ancho con la leyenda “CUIDADO, CAÑERIA DE AGUA” en

letras de 30 mm de alto, impresa de manera continua para advertir la presencia de la tubería en futuras excavaciones.

Se utilizarán macizos de anclaje (dados) en cambios de dirección, sección, derivaciones, etc. de las cañerías para garantizar la fijación de estas y prevenir problemas como golpes de ariete. Las conexiones de PVC serán cubiertas con un material protector para reducir el desgaste por fricción contra el hormigón.

Las cañerías se someterán a pruebas hidráulicas en tramos de hasta 300 m, tanto en "zanja abierta" como en "zanja tapada". La presión de prueba será 1,5 veces la presión nominal de la cañería y se mantendrá durante un mínimo de 15 minutos, observando que no existan exudaciones ni pérdidas. Para verificar posibles pérdidas no visibles, la presión se mantendrá durante una hora. Después de la primera prueba satisfactoria, se rellenará la zanja por completo y se realizará una segunda prueba durante al menos 30 minutos para confirmar la hermeticidad del sistema bajo las mismas condiciones.

En los puntos más altos de la cañería proyectada, se colocarán válvulas de aire o hidrantes que también cumplen esta función, como es el caso del tramo de ampliación proyectado que se dirige por el norte hasta las urbanizaciones Ojo de Agua y Solares (el cual es posible observar en el perfil de elevación dispuesto en los anexos). Esto se debe a que el aire tiende a acumularse en esas zonas, lo cual podría obstruir el flujo de agua y generar problemas de presión en la red. Las válvulas de aire permiten liberar el aire atrapado de manera controlada, asegurando un flujo continuo y evitando daños en la infraestructura de la cañería por golpes de ariete o fluctuaciones de presión. En contraparte, en casos donde sea necesario se instalarán cámaras de limpieza en los puntos más bajos de la cañería y en tramos largos y rectos de la red. Estos puntos bajos tienden a acumular sedimentos y otras partículas que se depositan en la cañería, lo que puede reducir el flujo de agua y afectar la calidad del suministro.

8.2.5. Diámetros

En base a los diversos diámetros de cañería que se proyectaron, se adoptó como criterio el propuesto por la ex O.S.N., dispuesto en la Tabla 8.3.

Tabla 8.3 - Diámetros y caudales, mínimos/máximos – ex O.S.N.

Diámetro	Mínimo		Máxima	
	Velocidad	Caudal	Velocidad	Caudal
mm	m/s	l/s	m/s	l/s
60	0,30	0,85	0,90	2,54
75	0,30	1,33	0,90	3,98
100	0,30	2,36	0,90	7,07
150	0,30	5,30	0,90	15,90
200	0,30	9,42	0,90	28,27
250	0,60	29,45	1,30	81,25
300	0,60	42,41	1,30	91,89
400	0,60	75,40	1,30	163,36
500	0,60	117,81	1,30	255,25
600	0,80	226,19	2,00	565,49
700	0,80	307,88	2,00	769,69

8.2.6. Colocación

La cañería será probada mediante ensayos de presión realizados por la inspección correspondiente, los cuales se efectuarán en tramos ya habilitados y completados, según lo determinado por el avance de la obra.

Posteriormente, se procederá al relleno de las zanjas en capas sucesivas de 0,20 m de espesor, compactadas con un equipo vibro-apisonador, para evitar la deformación de la cañería. En los cruces de calles, se deberá mantener una cobertura de al menos 1,20 m de profundidad sobre la cañería.

La instalación incluirá todos los trabajos y materiales necesarios para la colocación de cañerías, piezas especiales y sus respectivos elementos de soporte, como la cama de arena para el apoyo y recubrimiento de las cañerías, dados de anclaje de hormigón y la prueba hidráulica de la instalación.

8.3. Verificación de las bombas para la impulsión de agua cruda

Para el año de diseño, 2055, se obtuvo un valor de caudal máximo diario de 83,16 m³/h (equivalentes a 23,10 l/s). Por lo tanto, la bomba en operación deberá ser capaz de impulsar este caudal desde la toma hasta la planta potabilizadora.

Respecto a la bomba actual, encargada de impulsar 60 m³/h, la municipalidad informó que no funcionaba correctamente, por lo que se mostró interés en buscar un presupuesto para una bomba nueva. Frente a esta situación, surgió la necesidad de proyectar un nuevo conjunto de bombas (de las cuales dos estarán destinadas para la operación y una de repuesto) de igual potencia, capaces de trabajar en paralelo. Por lo tanto, cada bomba debe ser capaz de impulsar más de 41,58 m3/h (aproximadamente 11,55 l/s) a una altura de 55,52 m.

El desarrollo del cálculo para la selección de estas bombas se contempla en el Anexo VI, mientras que los planos utilizados para el estudio de las alturas se encuentran en el Anexo X.

Del estudio realizado, se definió adoptar tres bombas sumergibles Flygt 3171-N-SH, de las cuales dos operarían de forma permanente y una funcionaría como respaldo en caso de fallas en las otras dos. La curva de rendimiento seleccionada para estas bombas se detalla en la Tabla 8.4.

Cabe mencionar que, según los cálculos (considerando un caudal de 11,55 l/s y una altura manométrica calculada de 59,89 m), la curva 272 sería aceptable. Sin embargo, durante la modelación se determinó que, aunque esta curva generaba presiones positivas en el nudo final (correspondiente a la llegada del agua cruda a la planta potabilizadora), el valor registrado era de solo 5,40 m.c.a., un nivel insuficiente en términos de presión.

Dado que el objetivo era alcanzar un mínimo de 12 m.c.a, se optó finalmente por adoptar la curva 270 (que se puede ver en la Figura 8.2).

Tabla 8.4 - Características de la bomba Flygt 3171-N-SH

Potencia nominal kw	Potencia nominal HP	Curva	RPM	Corriente nominal - A	Corriente inicial - A	Factor de potencia	Instalación
22	30	270	2925	38	269	0,93	P,S,T,Z

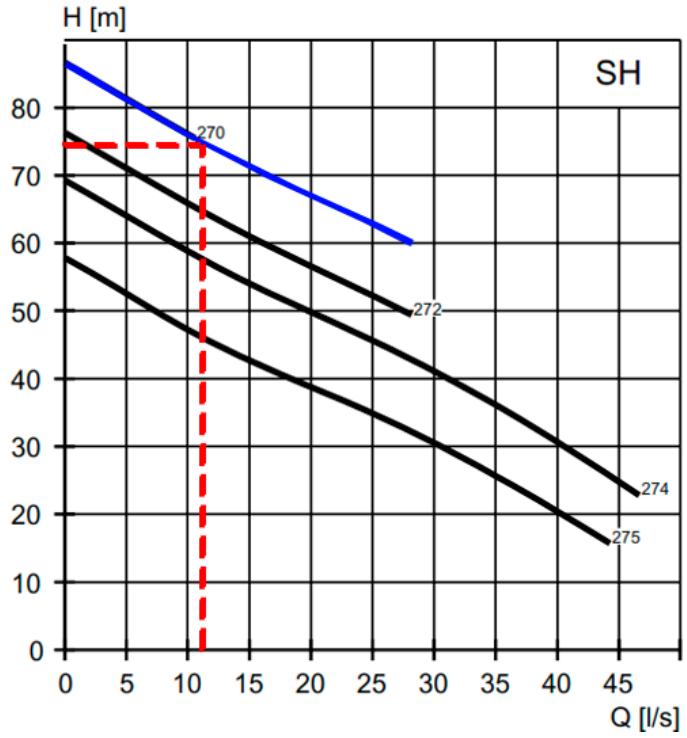


Figura 8.2 – Curva adoptada para bombas Flygt 3171-N-SH – Curva 270

Este tipo de bomba sumergible se utiliza frecuentemente para bombeo de agua limpia, agua superficial o aguas residuales con solidos o material de fibras largas. El modelo Flygt N 3171 en específico, es una bomba sumergible de alta calidad diseñada para aplicaciones exigentes. El motor es estándar, tipo SH (Superalta Carga Hidráulica) y los tipos de instalación que posee disponible son P, S, T, Z, siendo para el caso de estudio una instalación del tipo P (Permanentemente sumergida, ya que estará en funcionamiento continuo bajo el agua).

8.4. Verificación de la impulsión de agua cruda con Epanet

En primer lugar, se realizó la simulación hidráulica de la cañería actual de impulsión de agua cruda, que va desde la toma de agua en las orillas del río Paraná hasta la planta potabilizadora. La cañería de impulsión actual es en el tramo inferior de PEAD PN 10 y en el tramo superior de PVC clase 10, ambos de diámetro 200 mm. El primer material se empleó desde la toma de agua hasta superar la barranca, y el segundo desde ese punto hasta llegar al predio de la planta potabilizadora.

Debido al tamaño de las tablas generadas por el software y al detalle del recorrido de la impulsión, junto con sus cotas, estos datos se encuentran en el Anexo VI.

8.4.1. Impulsión de agua cruda – Escenario actual

A través de EPANET, se modeló la impulsión utilizando el criterio de Darcy-Weisbach (D-W) para estimar las pérdidas. Para poder establecer las cotas y las distancias de cada tramo, se utilizaron los datos resultantes del MDE y los perfiles de elevación (los cuales se pueden ver en el Anexo X) de la traza de la cañería. No obstante, en la Figura 8.3 que se dispone a continuación se puede observar en trazo azul el recorrido de la cañería de impulsión existente conjunto con las cotas correspondientes al terreno.

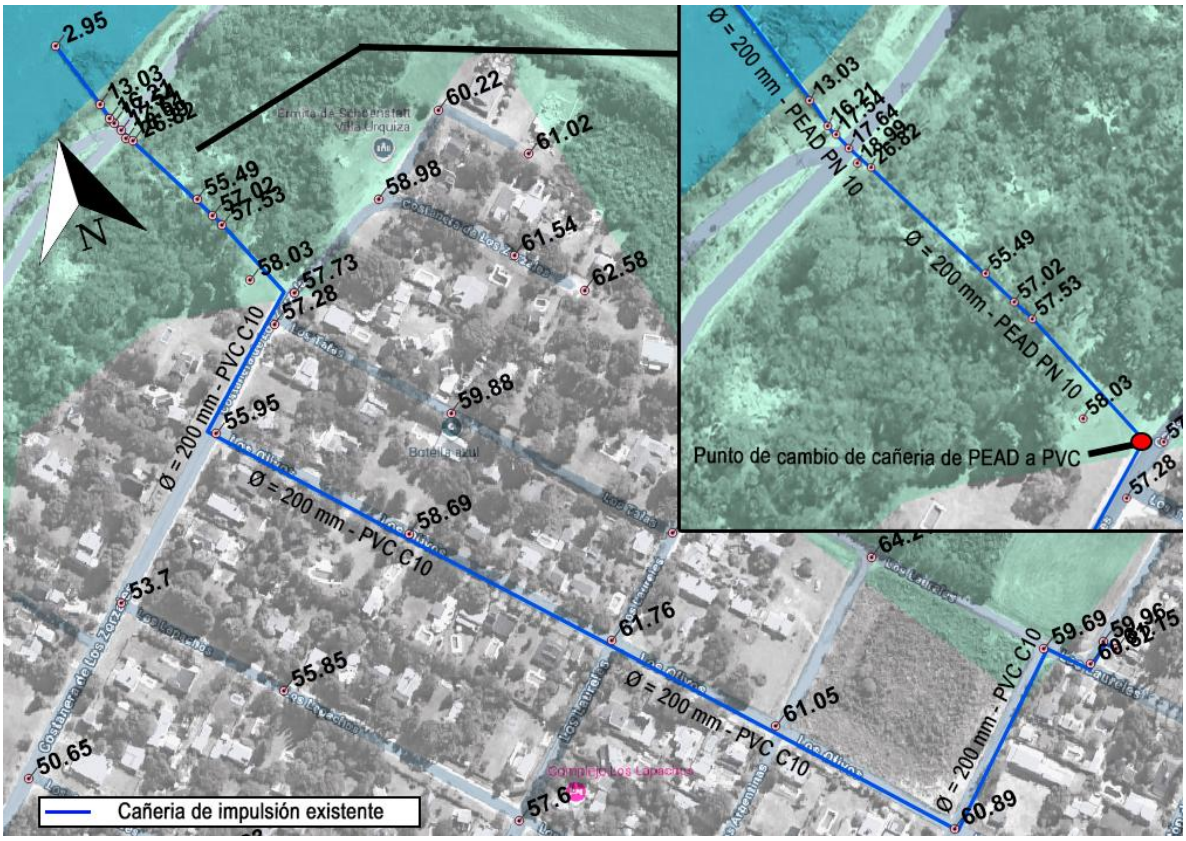


Figura 8.3 – Modelación de la Impulsión de agua cruda – Escenario actual

Para el modelado hidráulico de este primer sistema, se consideró para el primer nudo (correspondiente a la toma de agua cruda) una cota de bombeo de 9,28 m, determinado en el estudio de niveles del río Paraná presentado en capítulos anteriores. En el nudo final del esquema, (correspondiente al ingreso de la cámara de floculación) se le asignó la demanda del año de diseño, cuyo valor es de 19,29 l/s. Este nudo de descarga tiene una cota de elevación de 64,80 m, lo que representa una diferencia de altura de 55,52 m respecto al punto de toma en el río.

En la Figura 8.4 se puede observar la distribución de nudos optada para facilitar la lectura de los valores de presión (dispuestos en la Figura 8.5). Es importante destacar que la disposición no afecta los resultados, ya que las distancias entre nudos se establecieron numéricamente para cada tramo de cañería. En el Anexo VI se incluyen, para cada uno de los esquemas que se presentarán a continuación, las planillas detalladas con las características correspondientes (cotas, presiones, demandas, rugosidades y demás parámetros característicos).

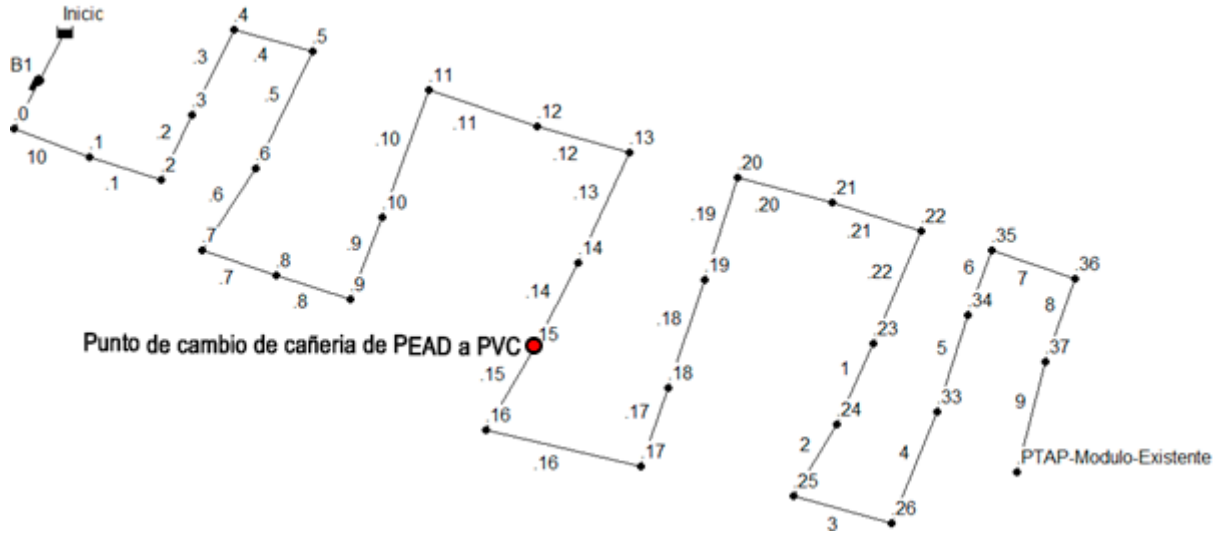


Figura 8.4 – Impulsión de agua cruda – Disposición de nudos - Escenario actual

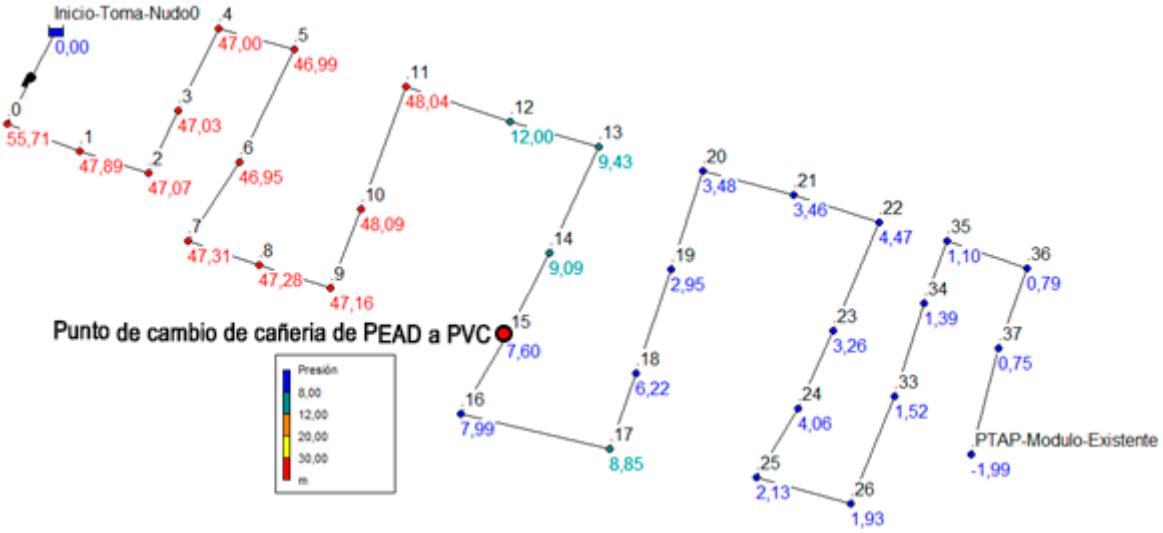


Figura 8.5 – Impulsión de agua cruda – Resultados - Escenario actual

Como se puede observar en este primer sistema, se presentan problemas de presiones bajas a partir del nudo 12, el cual se ubica físicamente como el primer nudo por encima de la barranca, con una presión de 12,00 m.c.a., la cual va disminuyendo en los próximos nudos. Por lo tanto, la bomba actual no es capaz de llevar el suministro hasta la planta de manera eficiente. Frente a estos valores se esperó que, al analizar el escenario futuro con la red de tuberías actuales, la situación empeore.

8.4.2. Impulsión de agua cruda – Escenario futuro – red actual

Para este segundo caso (cuyos resultados se observan en la Figura 8.6), las características de la red de impulsión (como la disposición de estos y la enumeración) y de la bomba se mantuvieron, pero se modificó la demanda asignada en el nudo de descarga, correspondiente al caudal máximo diario de diseño para el año 2055, de 23,10 l/s.

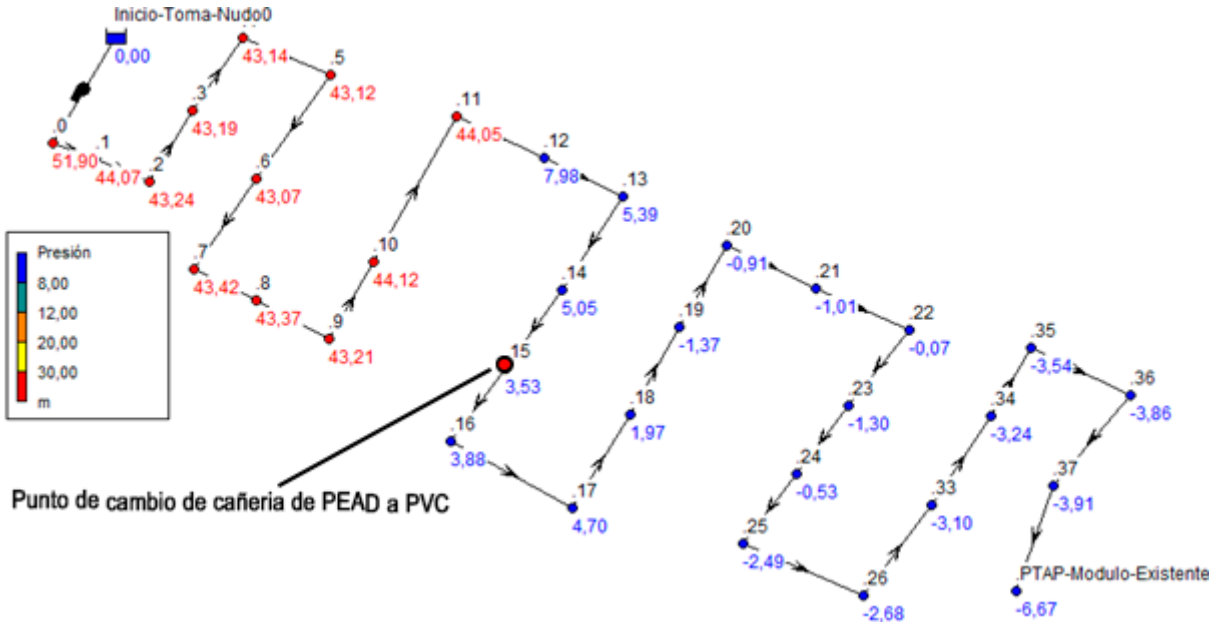


Figura 8.6 - Impulsión de agua cruda – Resultados - Escenario futuro – red actual

Como se puede observar, se evidencia una disminución notable en los valores de presiones, especialmente en la zona de la barranca. En el sistema inicial, en el nudo 12, se tenía una presión de 12,00 m.c.a, mientras que, en este caso, el valor se disminuye a 7,98 m.c.a, posteriormente se encuentran muchos nudos con presión negativa. Por lo tanto, la bomba actual no es capaz de vencer dicha diferencia de altura. Además, las velocidades en la tubería aumentaron levemente como se puede observar en el anexo VI.

En definitiva, con los problemas actuales y la demanda estimada para el año 2055, se refleja que el agua no llegará adecuadamente a la planta, generando posibles problemas de cavitación, lo que interrumpe el flujo continuo del agua. Por ello, se necesitó readecuar el sistema y la bomba utilizada, ya que la actual no proporciona la presión suficiente para vencer la pérdida de carga hasta el final del diseño hidráulico.

8.4.3. Impulsión de agua cruda – Escenario de proyecto

Para este caso, al sistema de tuberías se le añadieron tramos adicionales en el muelle de toma, con el fin de disponer una bomba adicional, y en la planta potabilizadora, en correspondencia con el nuevo módulo proyectado, la distribución y enumeración de nudos se puede ver en la Figura 8.7.

Como se observó anteriormente en el cálculo de la bomba, se adoptaron dos bombas Flygt 3171-N-SH curva 270 (capaces de impulsar un máximo de 12 l/s hasta una altura manométrica de 75 m cada una), las cuales trabajaran en paralelo. Por otro lado, la demanda considerada en el nudo final de la impulsión es de 23,10 l/s, correspondiente a la demanda esperada para el año de diseño 2055, al igual que en el escenario anterior.

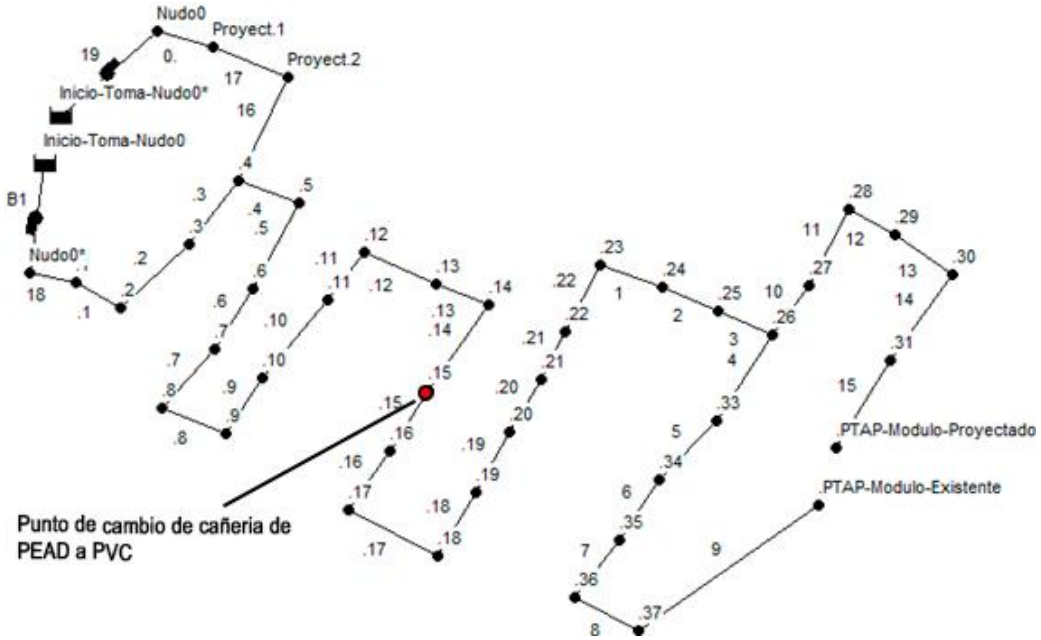


Figura 8.7 - Impulsión de agua cruda – Disposición de nudos - Escenario de proyecto

Los resultados del modelado indican que el sistema garantiza presiones positivas en toda su extensión, asegurando el suministro efectivo a la planta. Sin embargo, en los tramos iniciales se registran presiones elevadas (hasta 73.47 m.c.a), por lo que se debió verificar la capacidad de la tubería existente para soportar estas sobrepresiones sin riesgo de roturas. En cuanto a los módulos existente y proyectado, si bien una curva inferior de bombeo generaba presiones positivas (alrededor de 5 m.c.a), estos valores se consideran bajos según las guías de EHNOSA, que recomiendan mantener al menos 12 m.c.a en puntos críticos y como mucho 8 m.c.a en determinados puntos. Por ello, se adoptó una curva que garantiza presiones cercanas a 12 m.c.a en los nudos finales, solución que puede observarse en el esquema resultante de la Figura 8.8.

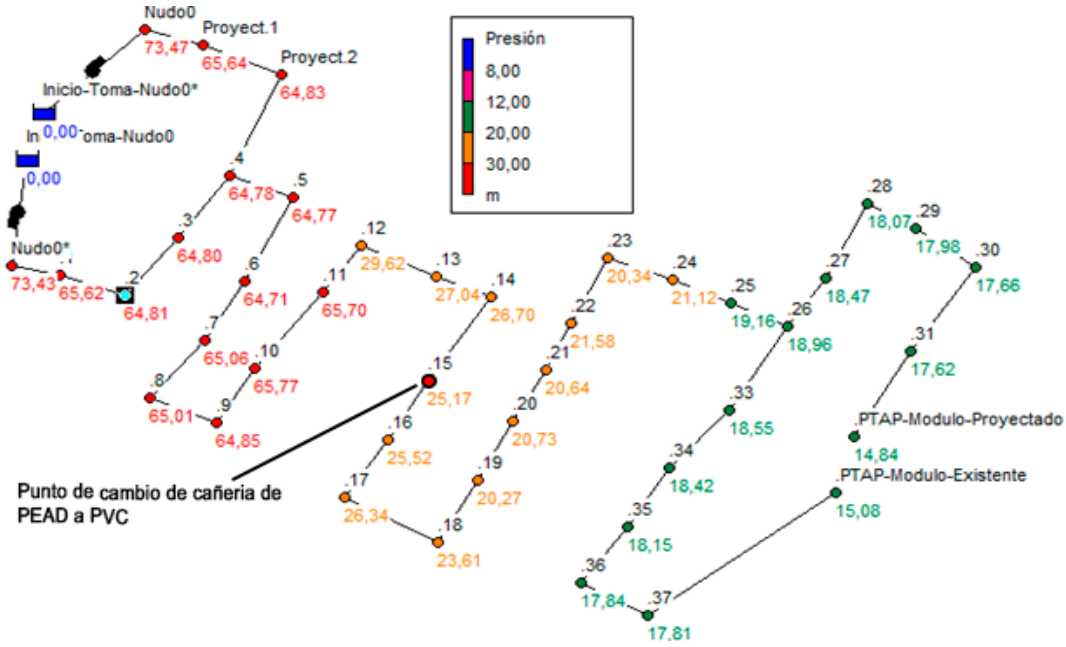


Figura 8.8 - Impulsión de agua cruda – Resultados - Escenario de proyecto

8.4.4. Verificación de velocidad en la cañería de impulsión existente

Frente a la modelación hidráulica del sistema proyectado para el año de diseño, se buscó verificar si el diámetro de la cañería de impulsión existente (de 200 mm, tanto en PEAD como en PVC) presenta velocidades que se encuentran dentro de lo recomendado según la ex O.S.N (los limites se pueden observar en la Tabla 8.3 que se enseñó anteriormente) . Por lo tanto, con el caudal de diseño obtenido por cálculo de 23,10 l/s, la velocidad estimada del flujo se calculó de la siguiente manera:

$$V = \frac{\frac{83{,}16\ \mathrm{m}^3/h}{3600\ \mathrm{s/h}}}{\left(\frac{(0.200\ \mathrm{m})^2 * \pi}{4}\right)} = 0.74\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$$

Esta velocidad se encuentra dentro de las velocidades mínimas y máximas recomendadas para un diámetro de 200 mm. Esto se debe a que velocidades del agua en conductos interiores a 0,5 m/s podría originar problemas de sedimentación, mientras que velocidades superiores a los 5 m/s podría originar fenómenos abrasivos en las paredes interiores de las tuberías que afectarían a su durabilidad.

8.4.5. Verificación de sobrepresiones en la cañería de impulsión existente

La verificación del golpe de ariete en la cañería de impulsión existente fue una parte esencial para el diseño y operación del sistema, ya que se necesitó asegurar la integridad estructural de la cañería de impulsión actual, para poder determinar si se necesitan modificar tramos con presiones demasiados elevadas para el material como se observó en el último escenario (correspondiente al año de diseño con la infraestructura readecuada).

El desarrollo de este cálculo se encuentra en el Anexo VI. No obstante, según los datos de presiones máximas obtenidos en el software y el cálculo de la sobrepresión en la cañería, se obtuvo un valor total de 73,47 m.c.a. para el punto más crítico, siendo este menor a la presión nominal de la cañería (PN 10 = 100 m.c.a.). Por lo tanto, el material utilizado en la cañería existente logra resistir la sobrepresión exigida. Por lo tanto, no es necesario realizar cambios en tramos de la cañería de impulsión.

8.5. Modelación de la red de distribución y de la Impulsión de agua tratada con Epanet

En primer lugar, se realizó la simulación de la red de distribución existente de agua potable que nace de la planta potabilizadora. Para ello, se consideró a las tuberías que abastecen a los escenarios uno (infraestructura y demandas actuales) y dos (infraestructura actual y demanda de diseño), compuestos por dos cisternas y dos tanques elevados en el casco urbano, mientras que en las urbanizaciones Ojo de Agua y Solares, dos tanques elevados con perforación. En la Figura 8.9 se puede ver la planta con las redes existentes (trazadas en azul) y las cotas de elevación resultante del MDE, en el casco urbano.

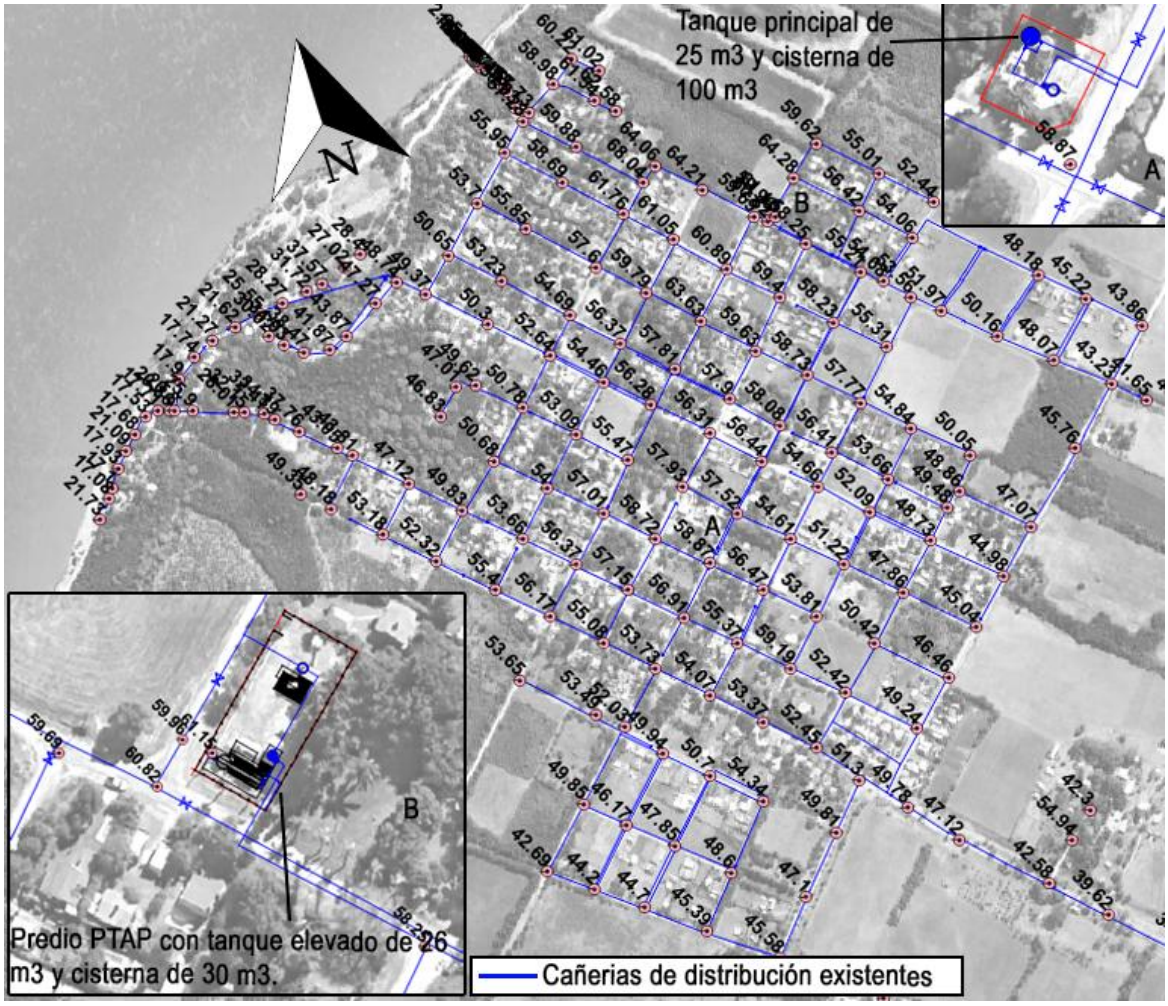


Figura 8.9 – Cotas de elevación en el casco urbano

A su vez, en la Figura 8.10 se puede apreciar las cotas de elevación del terreno en las urbanizaciones Ojo de Agua y Solares, conjunto con la cañería existente y tanques elevados.

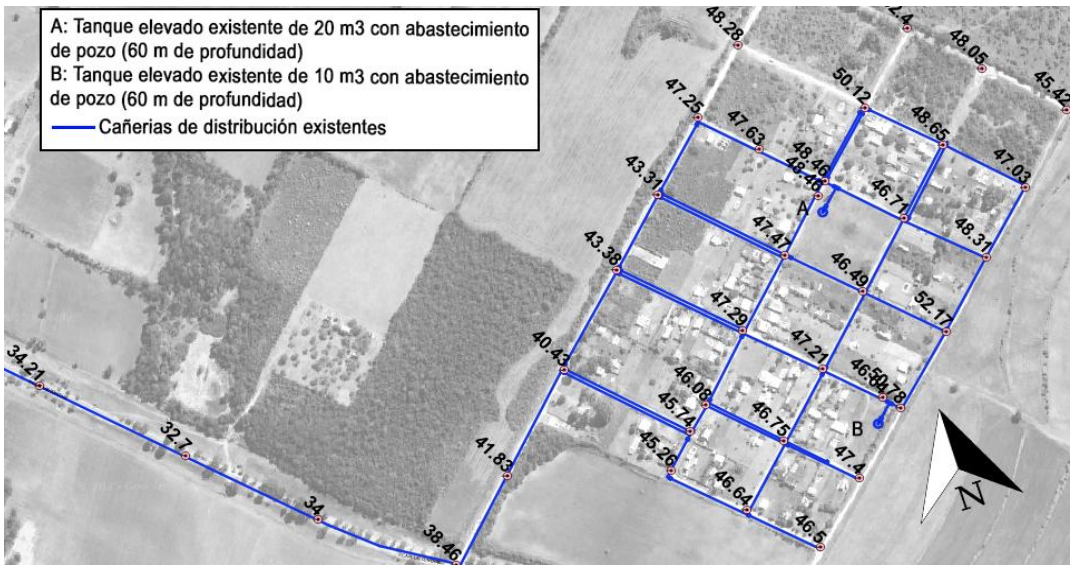


Figura 8.10 – Cotas de elevación en la urbanización Ojo de Agua y Solares

Para el escenario de proyecto (infraestructura readecuada y demanda de diseño), se agregó una cisterna adicional (como se aprecia en la Figura 8.11) en el predio de la planta potabilizadora debido al nuevo módulo compacto y adicionalmente se anularon las perforaciones existentes en los tanques elevados de los loteos anteriormente mencionados, para que el suministro que a esto les llega sea exclusivamente de la planta potabilizadora.

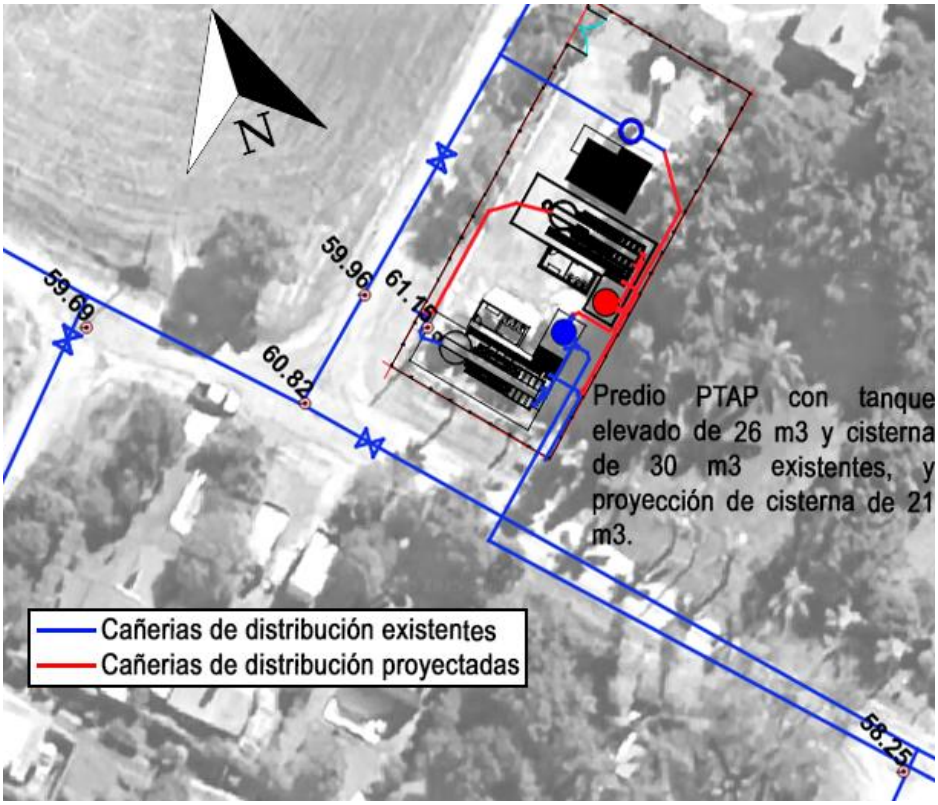


Figura 8.11 – Cisterna y módulos proyectados en la PTAP

Se debe mencionar que la red de distribución existente (abarcando toda la zona de estudio) es de PVC, con diámetros que van desde 50 mm hasta 200 mm. Las nuevas reglamentaciones de Obras Sanitarias de la Nación (O.S.N.) establecen diámetros mínimos de 60 mm. Sin embargo, para el escenario de proyecto, se consideró readecuar los diámetros en tramos que presentaran problemas en puntos críticos, según los resultados de la modelación en los escenarios analizados.

Para la asignación de demandas por nudo, como se mencionó en el capítulo del estudio demográfico, se consideraron nudos con cargas puntuales (correspondientes a las escuelas, camping y playa de Villa Urquiza). El resto del valor total de las demandas se dividió por la cantidad de lotes actuales y futuros. Para referenciar los lotes, se realizó un plano (el cual se encuentra completo en el Anexo X) donde se colorearon los nudos y lotes vinculados entre sí con un mismo color, como se observa en la Figura 8.12. Los nudos de color negro no poseen demanda y son auxiliares para el modelo.

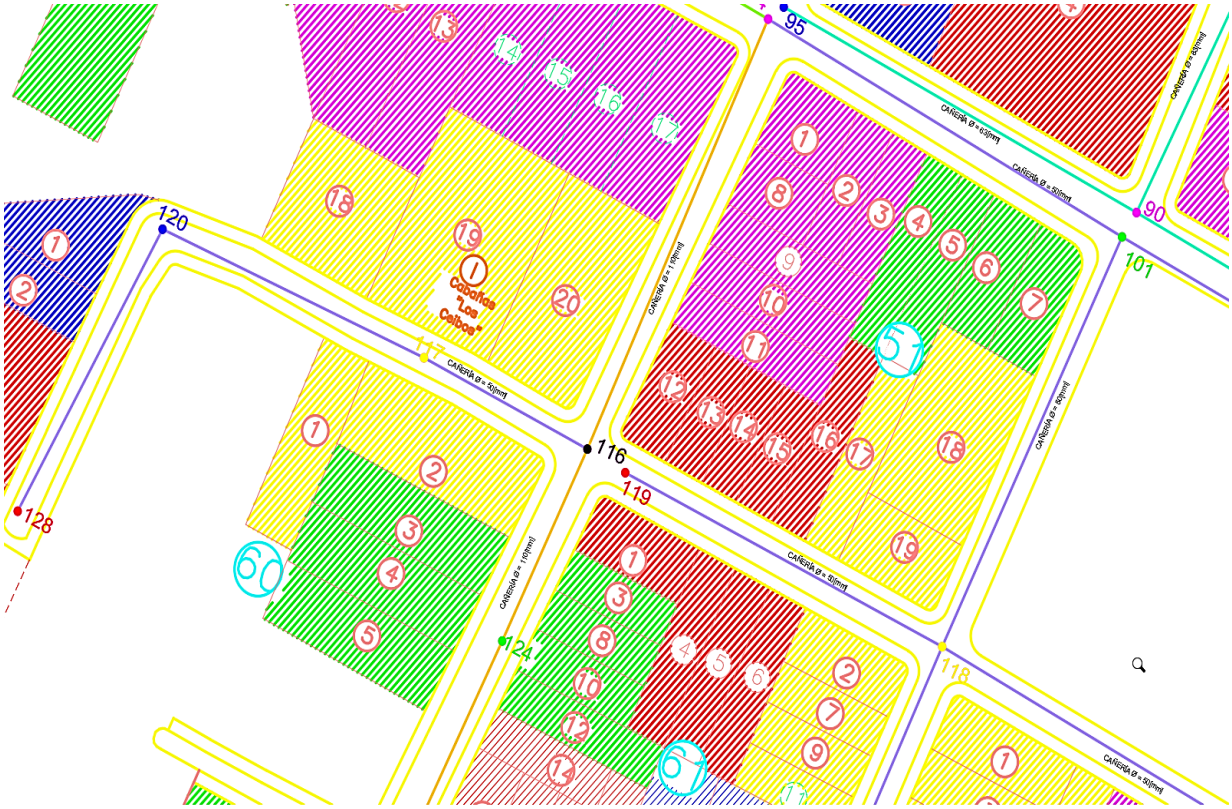


Figura 8.12 - Distribución de demandas por nudo

En la elaboración de los planos del área de estudio se diferenciaron los números de manzana (enmarcados con un círculo de trazo azul) de los lotes. A los lotes se les asignó un símbolo según su estado: un círculo de trazo continuo para aquellos con viviendas edificadas, considerados en la demanda actual, y un círculo de trazo proyectado para los lotes baldíos, contemplados en el modelo de demanda futura. Esto se muestra en la Figura 8.13.

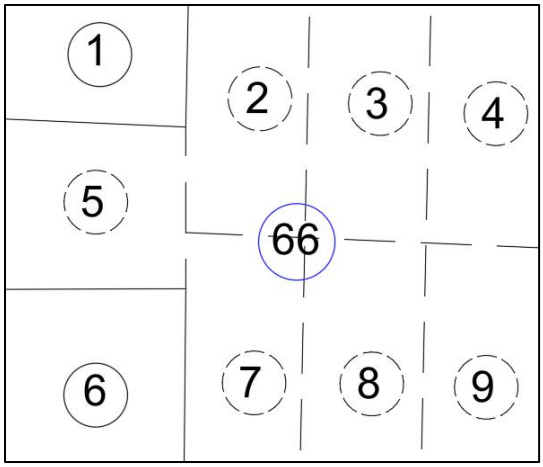


Figura 8.13 - Diferencia de trazado en lotes con edificación existente y baldíos.

La red de distribución se modeló con el criterio de pérdidas de Darcy-Weisbach (D-W). A cada tramo se le considero una rugosidad de 0,0015 mm, siendo lo habitual en cañerías de PEAD

y PVC. Además, se le asignó un coeficiente de pérdida localizada en cada nodo de 0,6 si el tramo no dobla respecto del que le provee agua, y 1,8 si dobla respecto del anterior.

Debido al tamaño de la red de distribución y, por consiguiente, de los esquemas y planillas, se realizó un resumen de los puntos importantes en este capítulo, dejando los detalles completos en el Anexo VI y los planos resultantes en el Anexo X.

8.5.1. Red de distribución – Escenario actual

Para este primer sistema de distribución, compuesto por la red de cañería actual y la demanda al año de estudio, se posee un caudal total que llega a los valores de 36,65 l/s. Los esquemas resultantes se pueden observar en la Figura 8.14 y Figura 8.15. Dichos esquemas, que surgieron del relevamiento de las cañerías actuales de Villa Urquiza, se presentan de forma separada debido a su tamaño.

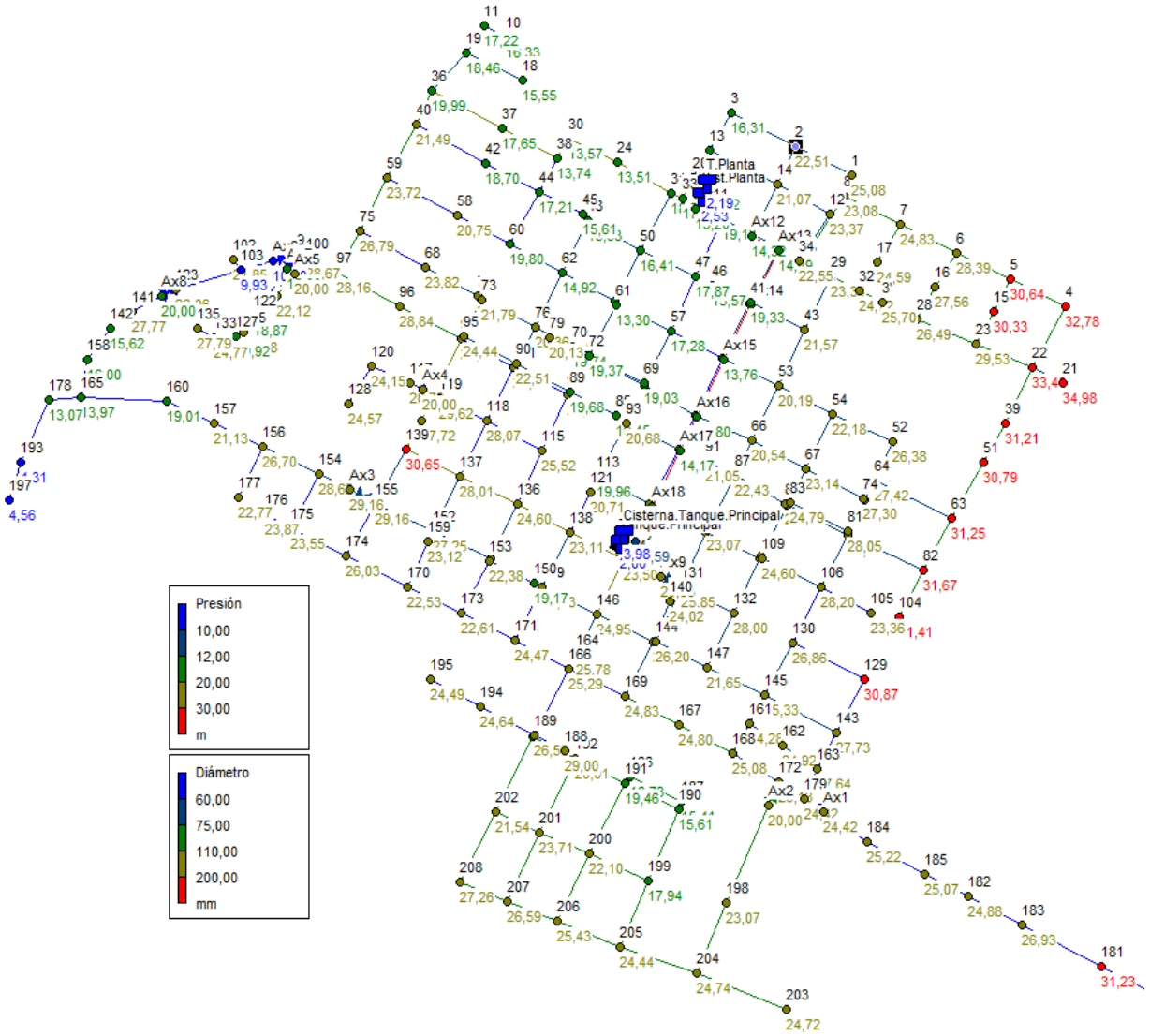


Figura 8.14 - Esquema de modelado en el casco urbano central – Red y demandas actuales

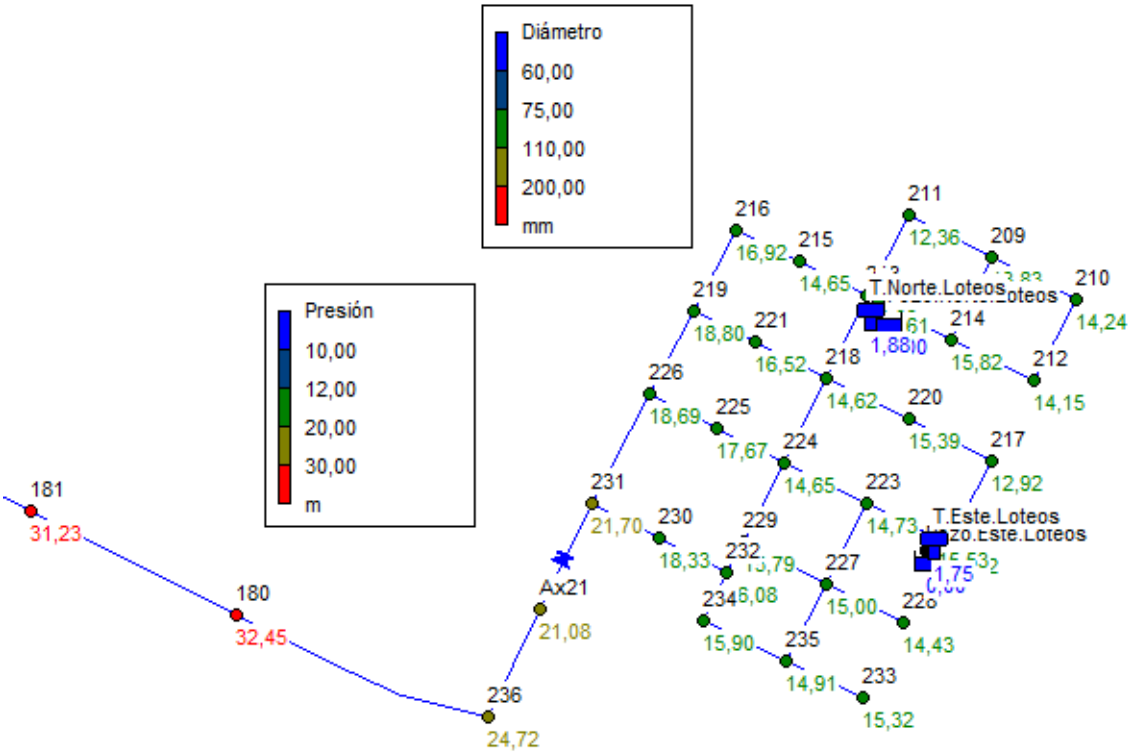


Figura 8.15 - Esquema de modelado en Urbanización Ojo de agua y Solares – Red y demandas actuales

En el Anexo VI se pueden observar los esquemas completos de velocidades y presiones, así como las planillas correspondientes a los estados de nudos y tuberías de la red.

Como se evidencia en los resultados, el tramo que abastece a los loteos Ojo de Agua y Solares presenta presiones elevadas (superiores a 30 m.c.a.). Sin embargo, en este sector la cañería está construida con PVC K6, material certificado para soportar dichas presiones sin riesgo de falla.

No obstante, en la zona noreste del casco urbano (Figura 8.14, sector superior derecho) se registran igualmente presiones elevadas, pero la falta de información sobre esta zona en específico impide asegurar que al material actual soporte dichas presiones. Por lo tanto, en los análisis realizados se buscó reducir estos valores para evitar posibles fisuras, roturas y la intensificación de golpes de ariete.

Es importante mencionar que, si bien en los nodos de las figuras se pueden observar valores de presión, no ocurre lo mismo con los nodos de los tanques elevados, ya que estos muestran el nivel de agua que se encuentra en ellos (es decir, la altura del agua medida desde la cota de solera o fondo del tanque, en metros).

Por otro lado, en la zona del camping y la playa, se identifican algunos puntos con presiones menores a la mínima requerida (12 m.c.a.), los cuales se pueden observar en color rojo, en la Figura 8.16.

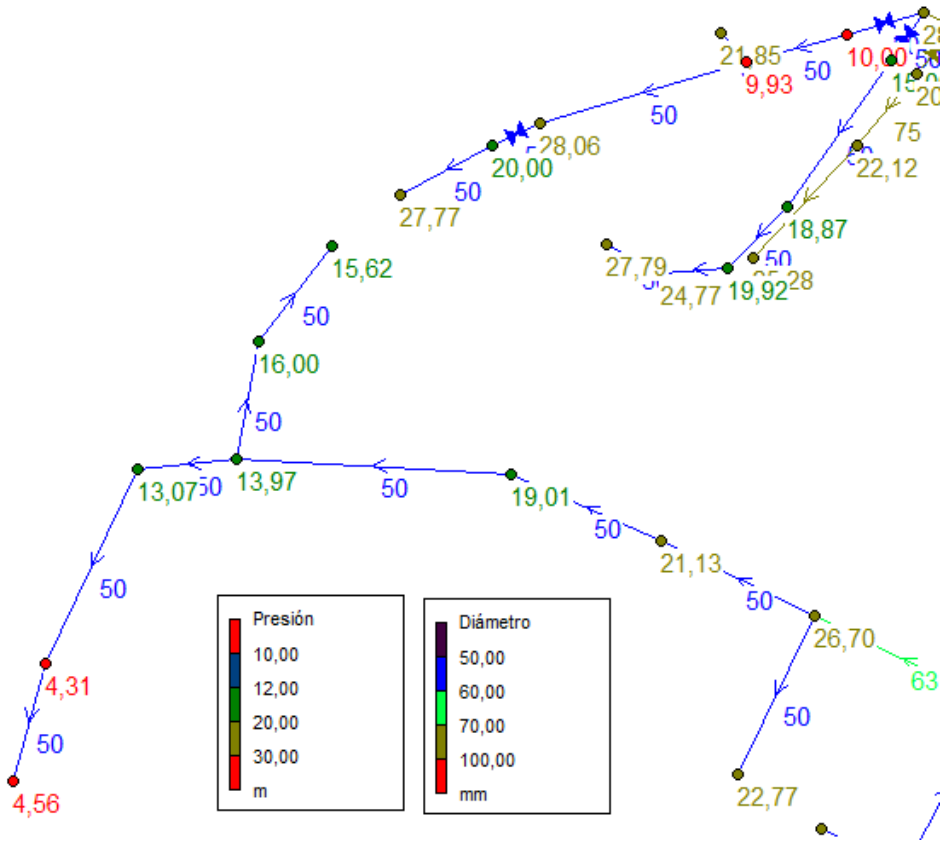


Figura 8.16 - Esquema de modelado en Urbanización Ojo de agua y Solares – Red y demandas actuales

En la Tabla 8.5, se presenta un resumen del escenario actual, donde se detalla la cantidad de nudos que no cumplen con los límites establecidos. Además, en el Anexo VI, se realizó una comparación entre los diámetros de las cañerías existentes y los caudales que operan al sistema, con el fin de verificar si se encuentran dentro del rango recomendado por las guías ENOHSA.

Tabla 8.5 - Análisis del escenario actual (demanda y red actual)

Análisis de nudos		Análisis de tuberías	
Cantidad de nudos	258	Cantidad de tramos de tuberías	321
Cantidad de nudos que superan los 30 m.c.a.	15	Cantidad de tuberías que no respetan las reglamentaciones de diámetros vigente	297
Cantidad de nudos que no alcanzan los 12 m.c.a.	5		

Como conclusión de este primer análisis, se desprende que la presencia de presiones bajas en ciertos tramos de la red se debe a la predominancia de diámetros mínimos (50 mm) en gran parte de la cañería, los cuales limitan la capacidad de transporte del sistema. Además, no se debe olvidar la probabilidad de que algunos tramos de la red tengan una antigüedad considerable, lo que podría implicar pérdidas de eficiencia tanto por el envejecimiento de los materiales como por el diseño hidráulico original, que no contemplaba las demandas actuales.

8.5.2. Red de distribución – Escenario futuro y red actual

Para este nuevo escenario, se mantuvieron las mismas características utilizadas en el escenario anterior, ya que el objetivo del análisis era verificar la resistencia de los materiales actuales de la cañería frente a una mayor demanda, correspondiente al año de diseño (específicamente, 43,89 l/s).

Por lo tanto, el trazado de las cañerías se conservó idéntico al anterior, pero con un incremento en la demanda. Esto provocó que, al ejecutar el modelo en el software hidráulico, el sistema generara una advertencia indicando la presencia de presiones negativas, como las que se pueden ver en las Figuras 8.17 y 8.18

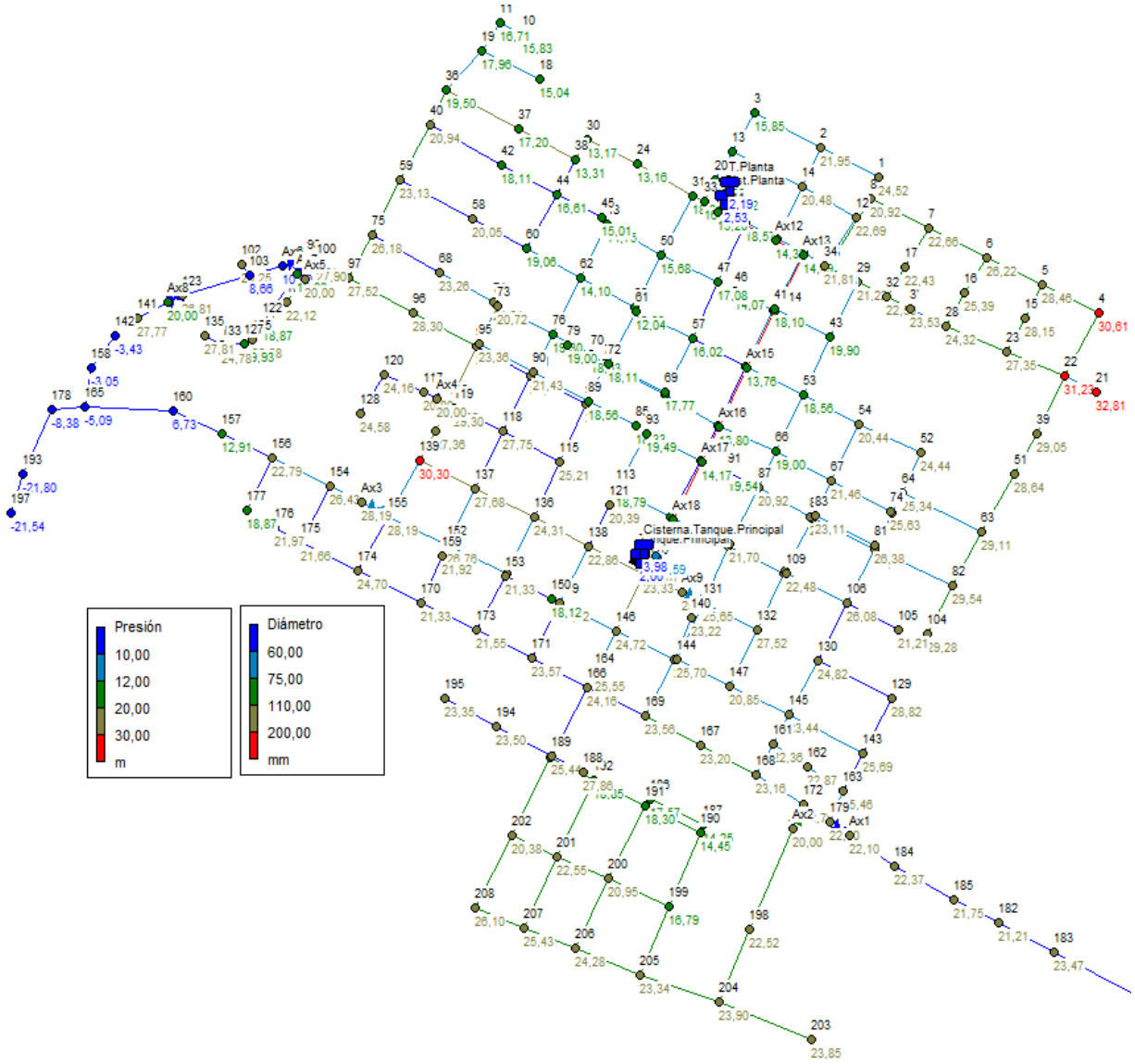


Figura 8.17 - Presiones resultantes en el casco urbano – Red actual y demanda futura

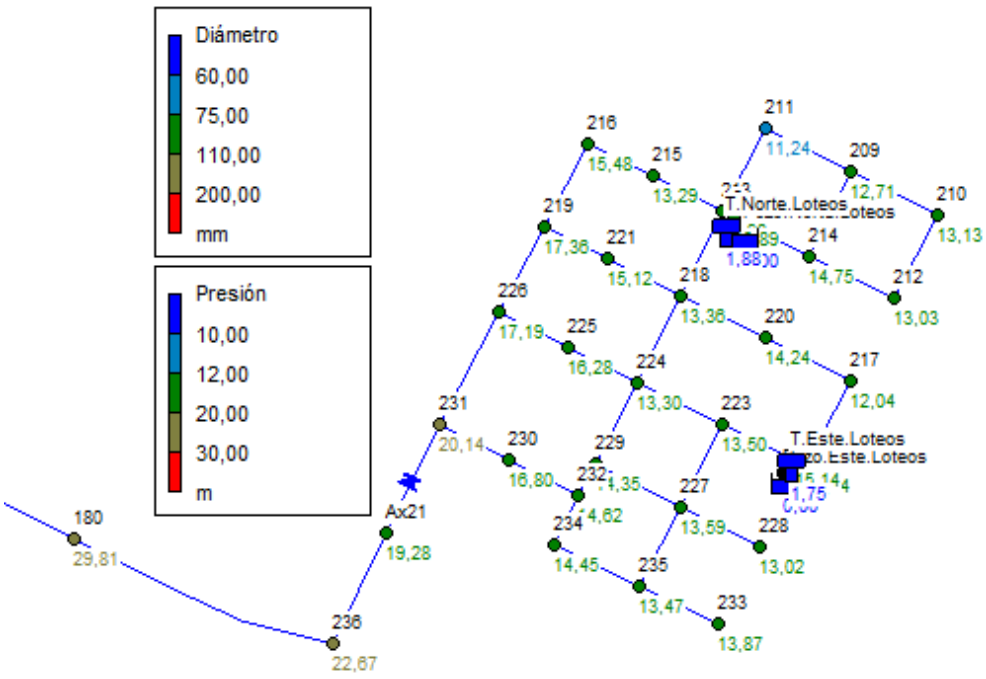


Figura 8.18 - Presiones resultantes en Loteos Ojo de Agua y Solares - Red actual y demanda futura

Comparando los valores observados en las figuras anteriores y el resumen de la Tabla 8.6, se presentó un aumento en la cantidad de nudos con presiones bajas e incluso negativas en la zona del camping y playa (que se pueden observar mejor en la Figura 8.19).

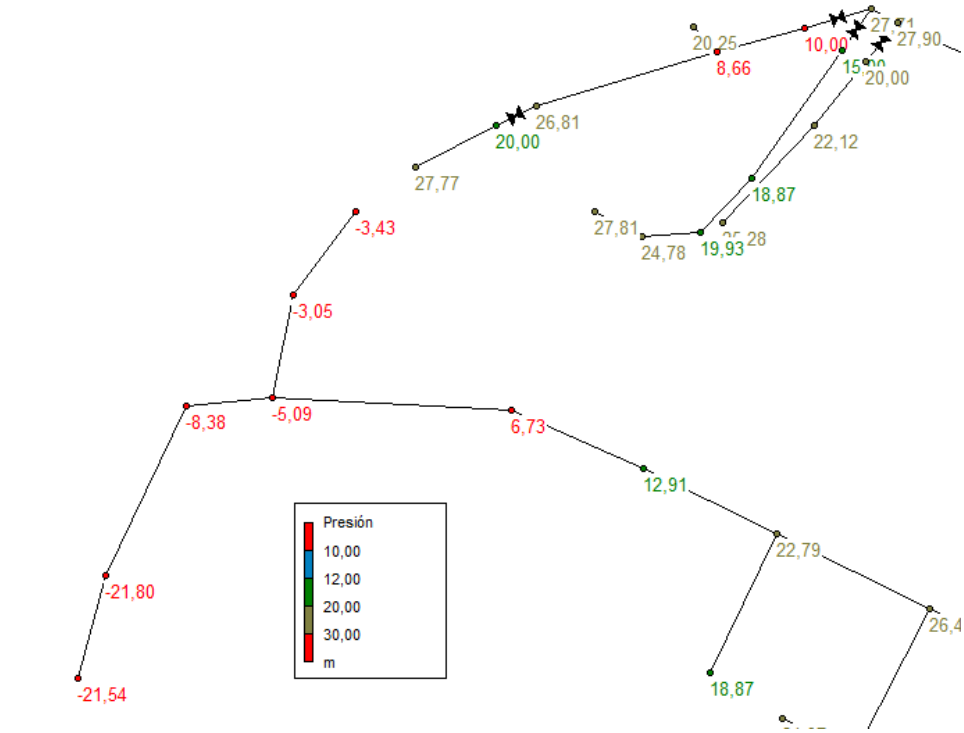


Figura 8.19 - Presiones resultantes en Loteos Ojo de Agua y Solares - Red actual y demanda futura

En EPANET, cuando un nudo presenta valores de presión negativos o excesivamente bajos, esto indica problemas hidráulicos que comprometen el funcionamiento del sistema. Las presiones bajas provocan un suministro intermitente en puntos alejados, como la playa y el camping, mientras que las presiones negativas reflejan una sobredemanda en la red, lo que puede derivar en el colapso de las cañerías debido a fenómenos como la cavitación.

Esto se debió a que la demanda aumentó para cada nudo, lo que generó mayores pérdidas de carga en la cañería. Al incrementarse el caudal, la energía por fricción en las tuberías también aumentó, disminuyendo el gradiente hidráulico y, por lo tanto, la presión.

En algunos nudos específicos, la disminución de la presión fue beneficiosa, ya que estos poseían presiones por encima del límite superior (30 m.c.a.). Sin embargo, en contraparte, algunos nudos presentaban presiones cercanas a la mínima, por lo que, con el aumento de la demanda, quedaron por debajo del límite inferior.

Tabla 8.6 - Análisis del escenario futuro (demanda futura y red actual)

Análisis de nudos	Escenario Actual	Escenario Futuro
Cantidad de nudos	258	264
Cantidad de nudos que superan los 30 m.c.a.	15	4
Cantidad de nudos que no alcanzan los 12 m.c.a.	5	11
Análisis de tuberías	Escenario Actual	Escenario Futuro
Cantidad de tramos de tuberías	321	321
Cantidad de tuberías que no respetan las reglamentaciones de diámetros vigente	297	292

A su vez, del análisis realizado en el Anexo VI, se observa que el aumento de caudal en la cañería de este escenario requiere de un mayor diámetro por reglamentación para evitar futuros problemas. Como conclusión, se evidencia que el aumento de la demanda conllevaría a que la cañería actual presente problemas mayores, ya que, dejando de lado los puntos críticos de mayor o menor presión, no está diseñada para manejar los caudales resultantes del período de diseño. Por lo tanto, se deja en evidencia que resulta esencial plantear una readecuación de los tramos más afectados.

8.5.3. Readecuación del sistema de distribución – Escenario de proyecto

Para este último escenario, se mantuvo la misma demanda correspondiente al año de diseño (2055), correspondiente a 43.89 l/s, con el objetivo de optimizar el desempeño hidráulico de la red basándose en los resultados de los análisis realizados anteriormente. Para garantizar un funcionamiento adecuado, se implementaron las siguientes modificaciones:

- Reacondicionamiento de tramos críticos (mediante cambios de diámetro).
- Nuevo modulo potabilizador conjunto con una nueva cisterna.
- Instalación de nuevas cañerías de distribución en zonas requeridas. Las cuales buscan corregir las deficiencias identificadas, como presiones insuficientes o sobredemandas localizadas, asegurando así la eficiencia y sostenibilidad del sistema a largo plazo.

Para la readecuación de la red de distribución, se evaluaron diversas alternativas con el objetivo principal de optimizar el sistema sin necesidad de reemplazar toda la infraestructura existente. Aunque los diámetros predominantes en la red actual son de 50 mm (menores al mínimo establecido de 60 mm), se priorizó una solución que atendiera los puntos críticos, como el área de playa y el camping, considerando también los aspectos económicos. En la Figura 8.20, se observa la traza de cañería existente (de 50 mm de diámetro) a reemplazar en la zona del camping y playa.

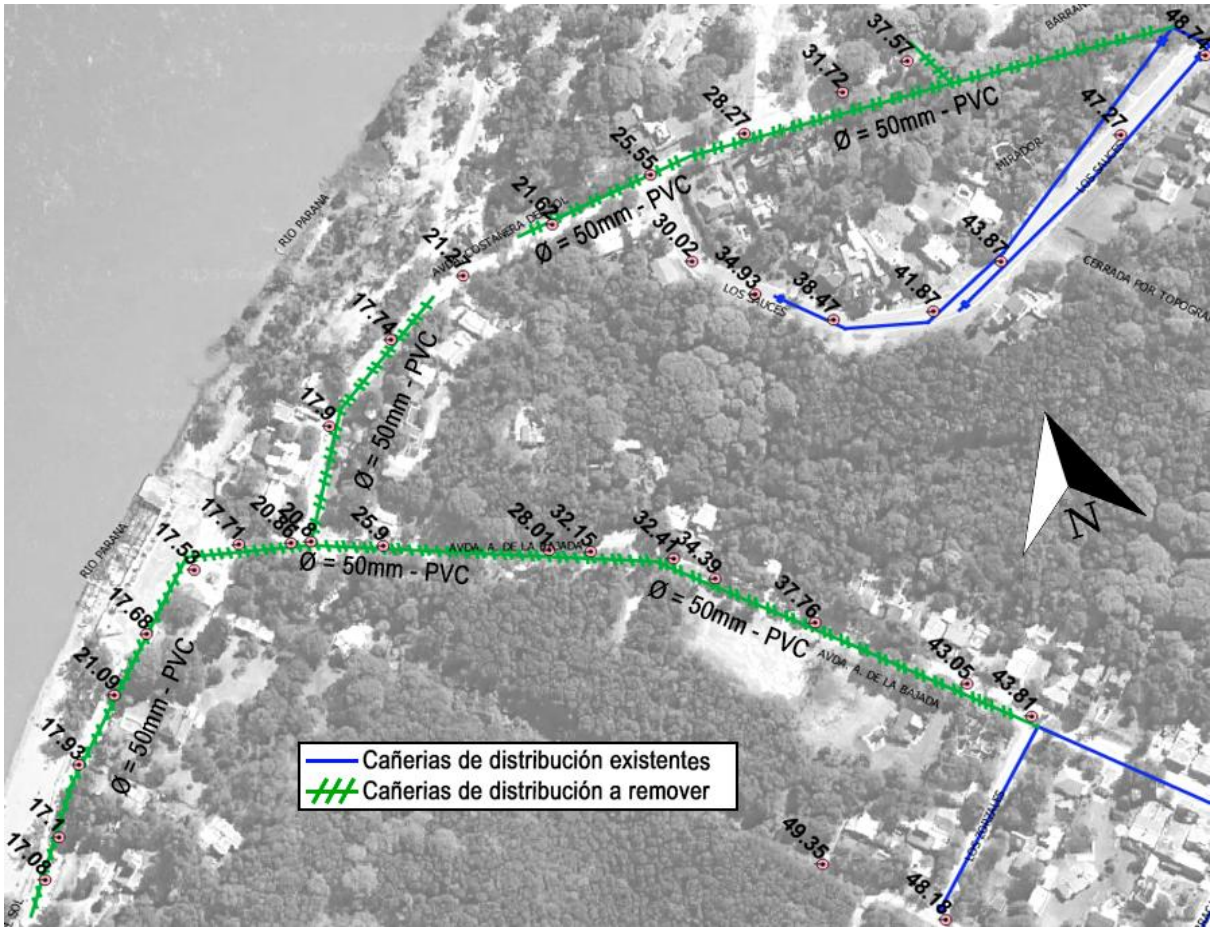


Figura 8.20 – Cañería existente a readecuar

Asimismo, se proyectó la incorporación de una nueva cisterna en la planta potabilizadora (como se pudo observar en la Figura 8.11 y cuyo esquema resultante se ve en la Figura 8.21) y la extensión de la cañería necesaria para garantizar el suministro en las urbanizaciones de Ojo de Agua y Solares (Figura 8.22). En estas figuras se observa en trazo azul, la cañería existente y en rojo, la cañería proyectada.

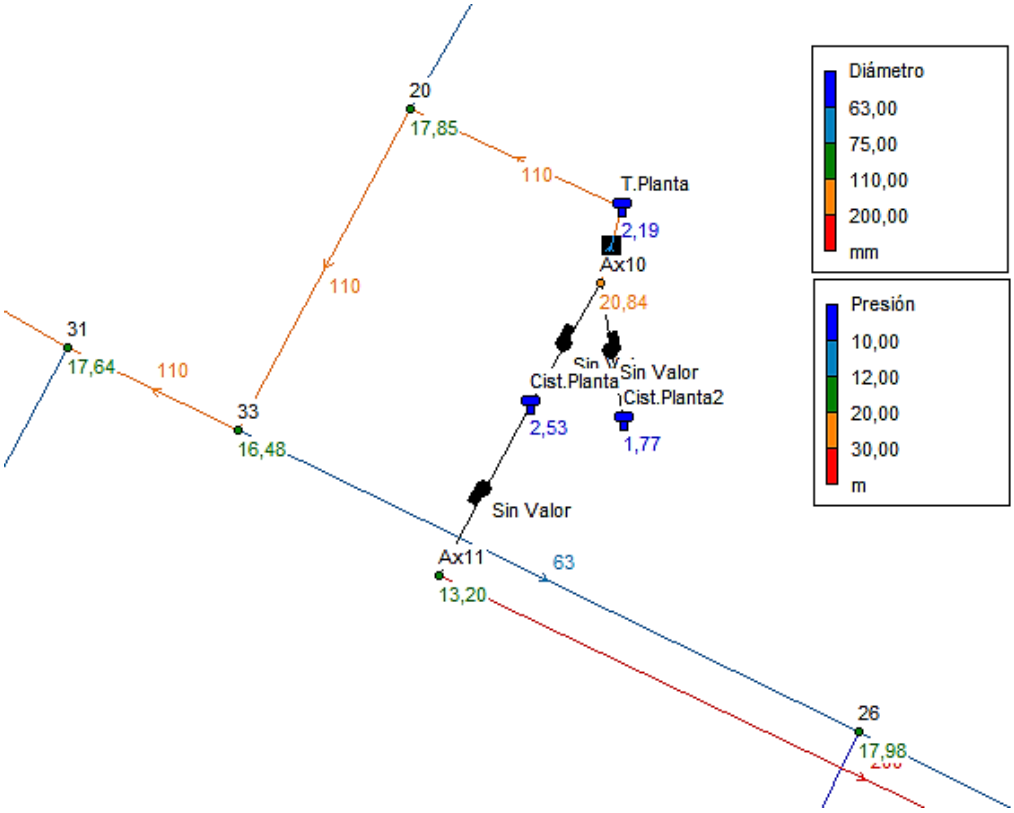


Figura 8.21 - Adecuación de la planta potabilizadora – Escenario de proyecto

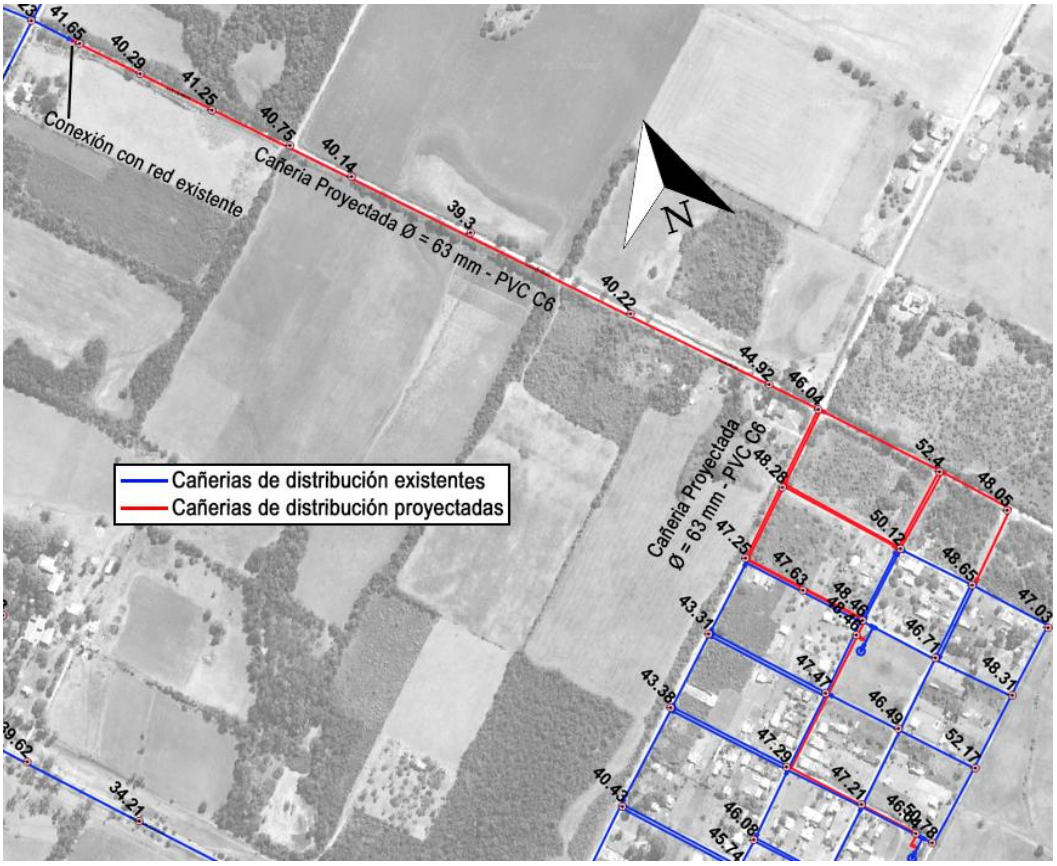


Figura 8.22 – Distribución proyectada hacia las urbanizaciones Ojo de Agua y Solares

En la Figura 8.23 se encuentra la nueva cañería a proyectar en la zona critica anteriormente mencionada y en la Figura 8.24 se observa el esquema resultante en EPANET.

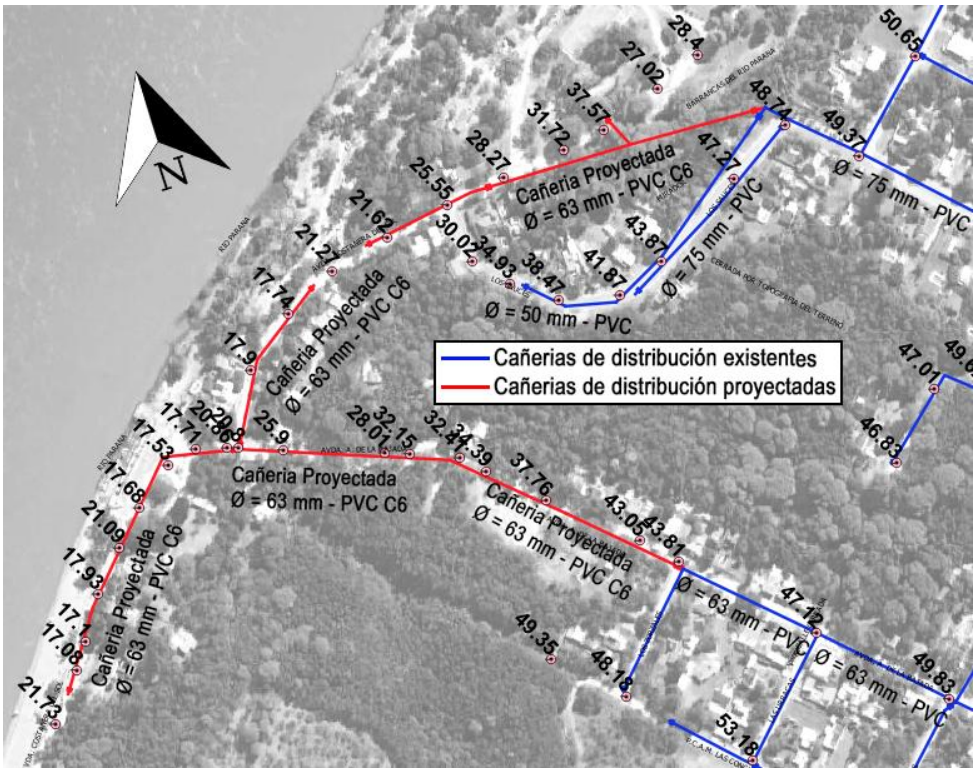


Figura 8.23 – Cañería de distribución proyectada en la zona del camping y playa

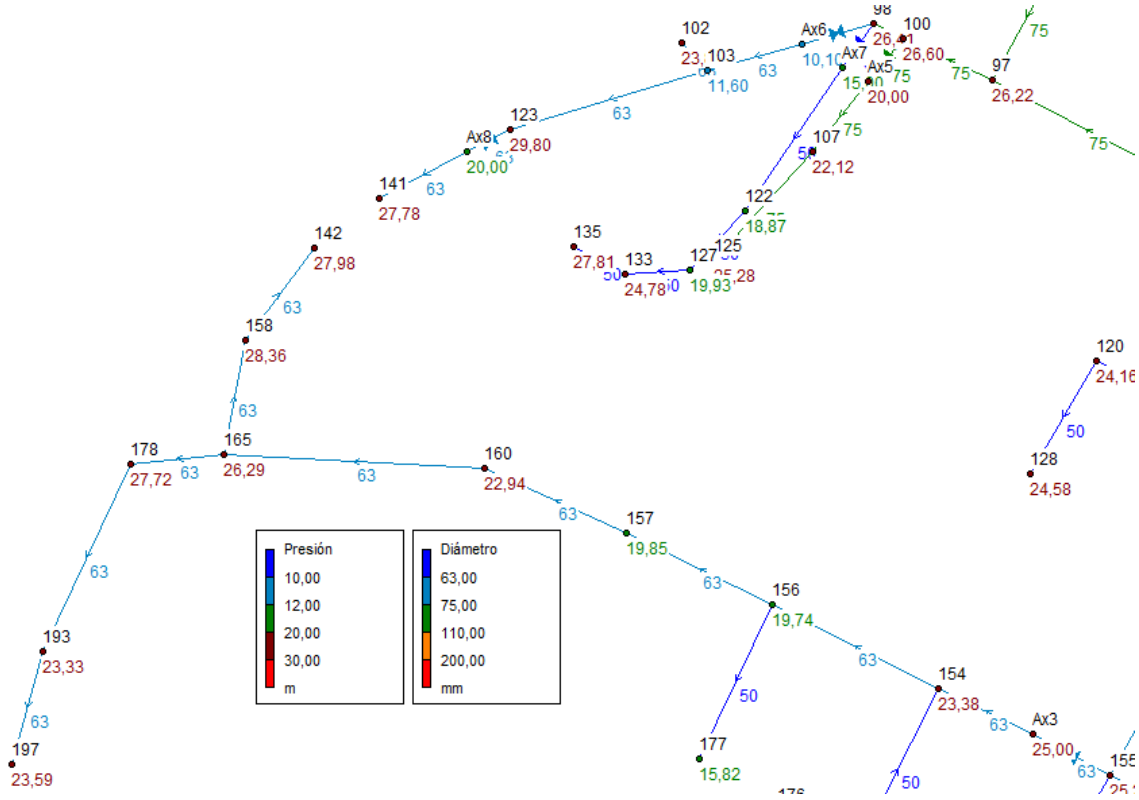


Figura 8.24 - Presiones y diámetros en los puntos críticos – Escenario de proyecto

El cambio proyectado de diámetros de 50 mm a 63 mm permitió que las presiones en estos puntos dejaran de ser inferiores a la mínima requerida. Adicionalmente, se ajustaron las válvulas reductoras de presión para evitar presiones excesivas.

En la Figura 8.25 se observa la distribución proyectada hasta los tanques elevados de las urbanizaciones Ojo de Agua y Solares.

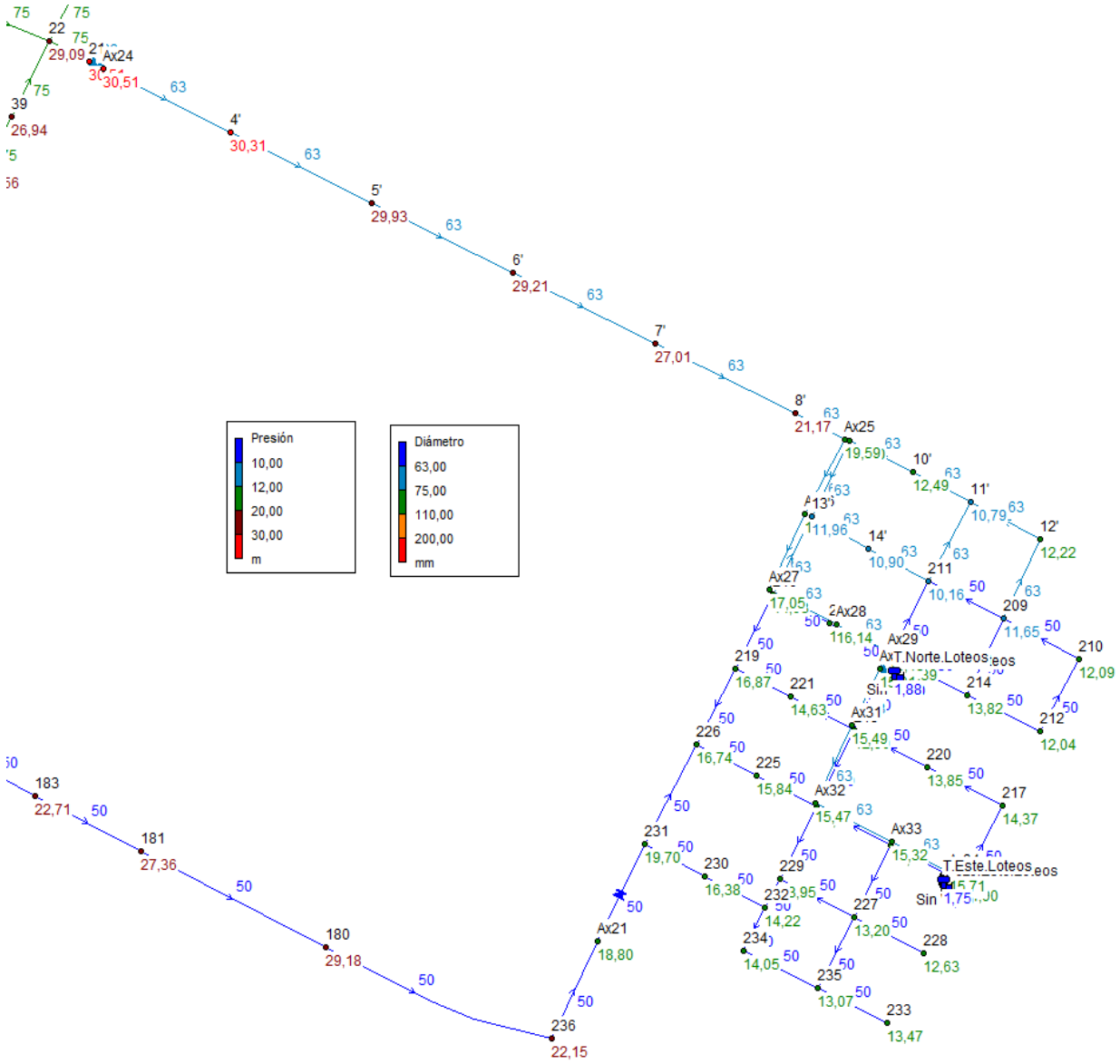


Figura 8.25 - Distribución hacia loteos – Escenario de proyecto

Para la nueva cañería de distribución hasta los tanques elevados, se optó por utilizar tuberías PVC K6 con un diámetro de 63 mm, con el fin de contemplar las presiones elevadas en los primeros nudos posteriores a la nueva conexión (nudos 21 y Ax24 de la Figura 8.13).

En las conexiones con los tanques elevados existentes, como se puede observar en la Figura 8.26, se establecieron válvulas de retención para evitar que el flujo de agua, al accionar la bomba del pozo existente (en caso de emergencia), retroceda por esos tramos.

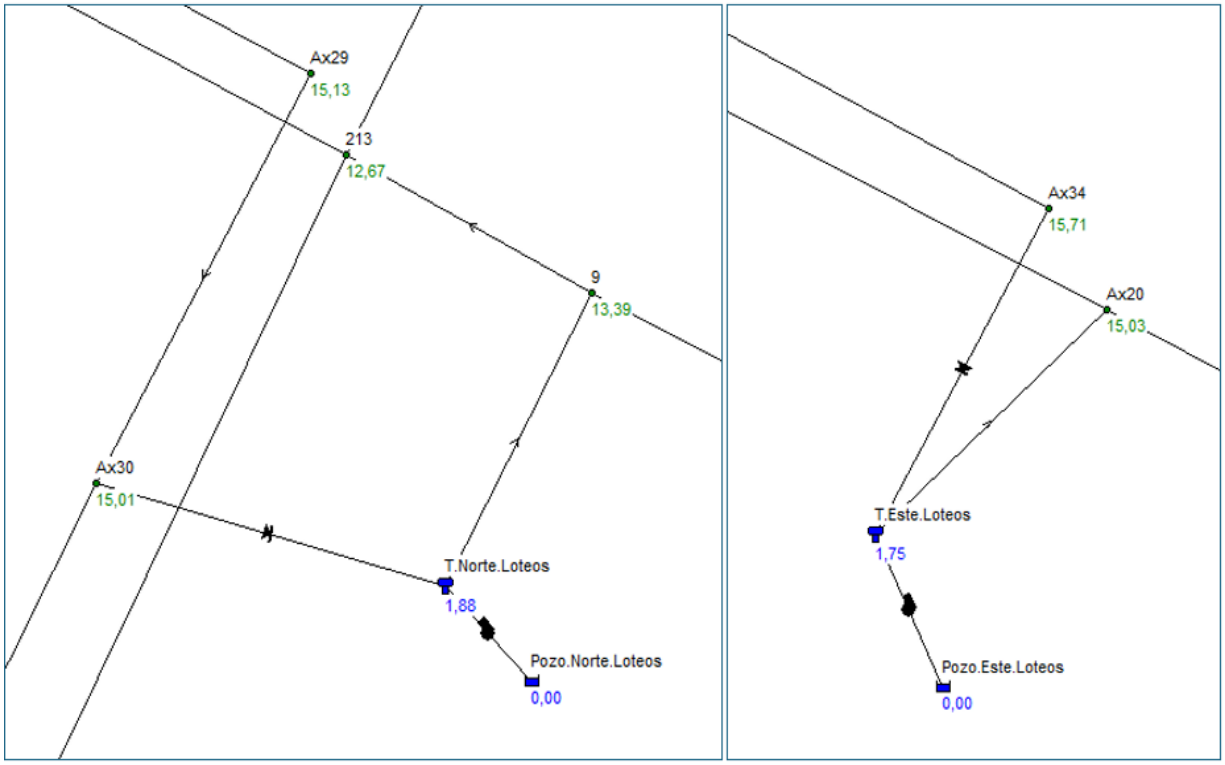


Figura 8.26 – Conexiones a tanques elevados – S.3.D

En todo el sistema modelado, solamente se presentan presiones mayores a 30 m en los nudos observados anteriormente. El de mayor presión es de 30,51 m, mientras que el nudo más bajo se encuentra en los loteos, con una presión de 10,16 m.

Frente al modelo realizado, se asegura que los nudos verifican lo estipulado por las guías de ENOHSA.

Capítulo 9. Estudio de impacto ambiental

En este apartado se desarrolló el estudio de impacto ambiental asociado a la construcción y operación de la planta potabilizadora, evaluando las consecuencias positivas y negativas que dicha obra podría generar en las inmediaciones y alrededores de la zona. Este análisis incluyó la identificación de los impactos más significativos y la propuesta de medidas de mitigación necesarias para minimizar los efectos adversos.

Adicionalmente, se consideraron los impactos ambientales tanto en la fase de construcción como en la fase operativa de la planta, con el objetivo de realizar una evaluación integral del proyecto. Este enfoque permitió comparar los efectos en cada etapa y obtener conclusiones fundamentadas para la adecuada gestión ambiental del proyecto.

9.1. El área de influencia

Es importante definir el área de influencia en la cual se trabajó. Esta se define como la superficie delimitada teniendo en cuenta la relación de esta con la intervención que se proyecta ejecutar en su etapa constructiva y operativa. La misma puede observarse en la Figura 9.1.

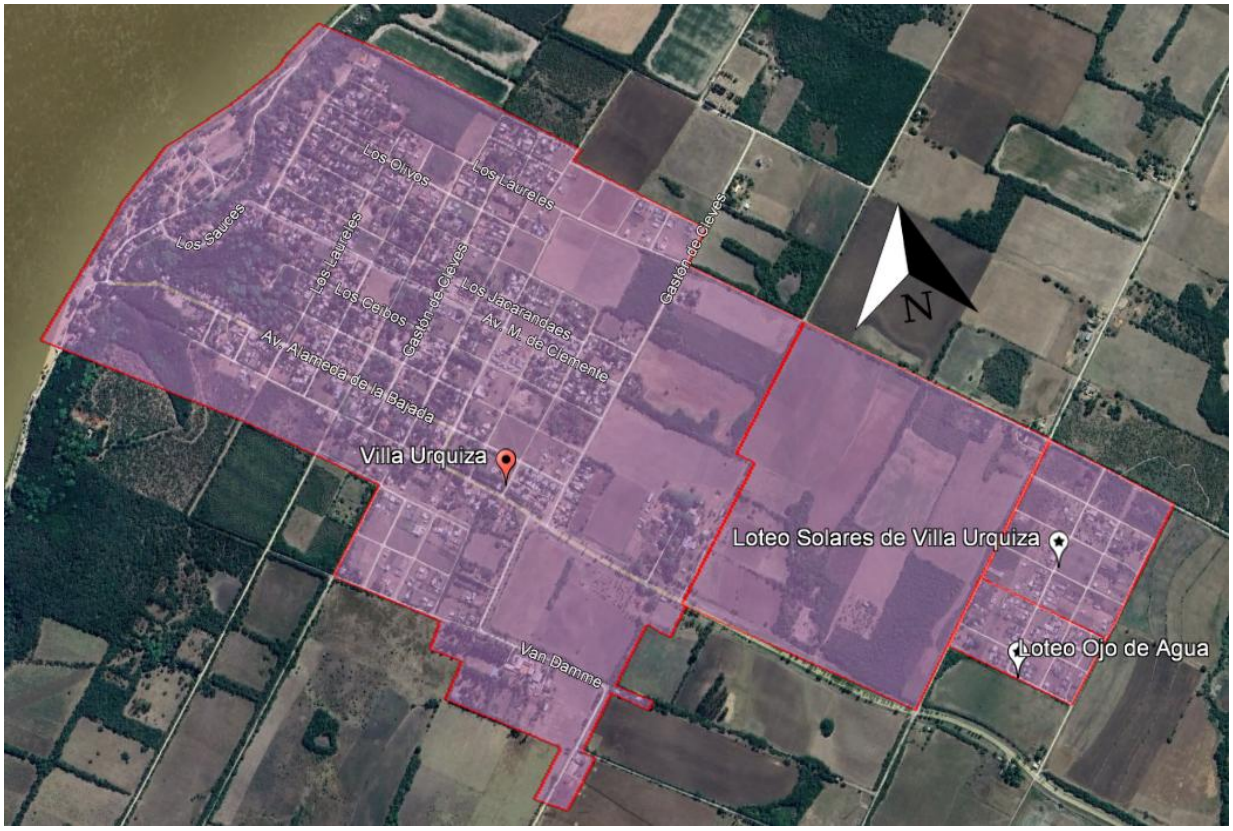


Figura 9.1 – Área de influencia

9.1.1. Descripción del medio receptor

En primer lugar, en cuanto al medio físico, se destacan los siguientes factores intervinientes en la zona de estudio:

- Clima: El clima es templado con características de transición hacia el subtropical húmedo, lo que se traduce en inviernos suaves, veranos cálidos y precipitaciones distribuidas a lo largo del año. Durante el invierno, la temperatura media varía entre 7°C y 10°C. La región está influenciada por vientos como el Pampero y otros provenientes del noreste (NE), sudeste (SE) y sur (S). Las precipitaciones promedio son ligeramente inferiores a 1.000 mm anuales.
- Vegetación: En cuando a la vegetación, la zona donde se ubica Villa Urquiza se caracteriza por tener un arbolado urbano compuesto por una combinación de especies autóctonas y exóticas, seleccionadas por su valor ornamental y funcional. Entre las especies autóctonas se encuentran el espinillo, el palo borracho y la palmera pindó, que se adaptan bien al clima y al suelo de la región. Entre las especies exóticas destacan el jacarandá, el lapacho y frutales como el níspero y el olivo, apreciados por su floración vistosa o su producción de frutos.
- Suelos, geología y edafología: Los suelos son principalmente areno-arcillosos y aluviales, adecuados para la agricultura, aunque algunas zonas cercanas al río presentan problemas de drenaje. En cuanto a la geología, la región está compuesta por sedimentos aluviales recientes originados por la dinámica del río Paraná. En términos edafológicos, los suelos son moderadamente fértiles, con buena capacidad para cultivos, pero requieren un manejo adecuado para evitar la compactación y mejorar la retención de agua.
- Actividad económica: Villa Urquiza está vinculada principalmente a la agricultura, la ganadería y el turismo. En el sector agropecuario que se desarrolla en los alrededores de la ciudad, destacan los cultivos de soja y maíz, junto con la cría de ganado para la producción de carne y leche. Por su parte, el turismo cobra especial importancia durante los meses de verano, cuando numerosos visitantes llegan para disfrutar de las playas y los espacios recreativos de la zona.
- Tránsito: El tránsito en Villa Urquiza es moderado, con un flujo vehicular bajo a medio, influenciado por la conexión con áreas vecinas, lo que genera un ambiente relativamente tranquilo, pero con algunas concentraciones en horarios pico. Durante la temporada alta de verano, cuando aumenta el turismo por el uso de la playa, el tránsito puede intensificarse, especialmente durante los fines de semana y feriados. En cambio, durante el resto del año, el tráfico es más relajado, con menor afluencia de visitantes.
- Salud y educación: Villa Urquiza cuenta con servicios de salud y educación básica para sus habitantes, pero aquellos que requieren atención más especializada o mayores niveles educativos deben recurrir a la ciudad de Paraná.

9.2. Evaluación del impacto ambiental

Para llevar a cabo la evaluación del impacto ambiental, se utilizó la “Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental” de Vicente Conesa Fernández Vitora (2011), a través de una matriz simplificada respecto de la propuesta por este autor.

La matriz simplificada utilizada es de doble entrada, en la cual se colocaron en las filas las principales acciones del proyecto y en las columnas los principales factores ambientales del sistema ambiental receptor. Identificando, de este modo, en los distintos casilleros de cruce entre las diferentes filas y columnas, las interacciones potenciales positivas y negativas que ocurrirían entre cada acción del proyecto y cada factor ambiental.

En primer lugar, se identificó el carácter positivo o negativo del impacto. Seguidamente, se cuantificaron, según el criterio del equipo evaluador, los parámetros de Intensidad (In), Extensión (Ex) y Duración (Du) del impacto en el ambiente receptor. De la combinación ponderada de estos tres parámetros surgió el valor de Magnitud (Mg) del impacto, el cual se calculó con la Ecuación N° 15.

$$M_g = \pm\,(0.50 * I_n + 0.30 * E_x + 0.20 * D_u) \qquad \text{(Ecuación N° 15)}$$

Siendo:

- $\pm$: Carácter o signo, + Positivo / - Negativo.
- I_n: Intensidad, cuantificación del vigor o grado del cambio que produce el impacto (baja, 2; media, 5; alta, 10).
- E_x: Extensión, alcance espacial o superficie afectada por el impacto (predial, 2; local, 5; regional, 10).
- D_u: Duración o persistencia, escala temporal referida al tiempo de persistencia de las consecuencias del impacto (corto, 2; mediano, 5; largo plazo, 10).

Seguidamente, se cuantificaron los parámetros de Reversibilidad (Re) y Probabilidad de Ocurrencia (Oc) del impacto:

- R_e: Reversibilidad, posibilidad de retornar a la situación inicial, (total, 2; parcial, 4; nula, 10).
- O_c: Probabilidad de Ocurrencia, estima la probabilidad de que ocurra el impacto durante la vida útil del proyecto (baja, 2; mediana, 5; cierta, 10).

Finalmente, de la combinación ponderada de los parámetros de Magnitud, Reversibilidad y Probabilidad de Ocurrencia surgió el Valor de Impacto Ambiental (VIA), el cual resulta de la Ecuación N° 16 para impactos positivos y la Ecuación N° 17 para impactos.

- Para impactos positivos:

$$VIA = M_g \qquad \text{(Ecuación N° 16)}$$

- Para impactos negativos:

$$VIA = 0.60 * M_g + 0.25 * R_e + 0.15 * O_c \qquad \text{(Ecuación N° 17)}$$

Siendo:

- M_g: Magnitud del impacto.
- R_e: Reversibilidad, posibilidad de retornar a la situación inicial.
- O_c: Probabilidad de Ocurrencia, estima la probabilidad de que ocurra el impacto durante la vida útil del proyecto.

El VIA toma valores que van de 2 a 10, los cuales se pueden observar en la Tabla 9.1, pudiendo ser los mismos positivos o negativos. Además, dependiendo del valor resultante, su criticidad se evalúa teniendo en cuenta los criterios utilizados.

Tabla 9.1 - Niveles críticos de impacto ambiental

Niveles criticos de impacto ambiental									
VIA	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Criticidad	Baja			Media			Alta		
Balance -	Compatible			Moderado			Severo		
Balance +	Bajo			Medio			Alto		

A continuación, se describen los factores ambientales que se analizaron en las filas de la matriz que se encuentra en el Anexo VII, los cuales representan de modo simplificado al ambiente receptor por tratarse de los componentes más significativos:

- Calidad del aire: Se refiere al estado del aire en términos de su composición y la presencia de contaminantes que puedan afectar la salud humana, los ecosistemas y las actividades económicas.
- Ruido: Evalúa los niveles de ruido generados durante la construcción y operación de la planta, y su impacto en la comunidad y la fauna.
- Suelo: Incluye las características físicas, químicas y biológicas del suelo en el área del proyecto, considerando su estabilidad, capacidad de soporte, posible contaminación y erosión.
- Calidad de vida: Hace referencia a las posibilidades de recreación y el fortalecimiento en la zona y el arraigo.
- Economía local: Abarca tanto el desarrollo social-local como la diversificación de actividades económicas, generación de puestos de trabajo e infraestructura en la zona del proyecto.

Para la construcción de la planta potabilizadora y su extensión, se identificaron las siguientes acciones:

- Desmonte y limpieza del terreno: Preparación del sitio, eliminación de vegetación y nivelación del suelo.
- Ubicación del obrador: Instalación temporal de áreas de almacenamiento, oficinas y maquinarias.
- Excavación de la platea y su construcción: Comprende el movimiento de suelos necesario para nivelar y preparar el terreno, seguido de la ejecución de la platea de fundación, que incluye el armado, encofrado y vertido de hormigón para soportar la estructura de la planta.
- Montaje de planta: Montaje de estructuras de estructuras que comprenden la planta, instalaciones y equipos necesarios. También comprende lo que es el zanjeo para la red de tuberías y conexión de bomba y tanque cisterna.
- Extensión de la red de distribución: Instalación de nuevas tuberías para conectar la planta con el loteo y garantizar el suministro a las viviendas existentes y futuras viviendas.

- Conexión a la planta: Se realizará una conexión directa con la red de distribución existente y se adaptarán los sistemas de control para manejar la mayor demanda. Posteriormente, se realizarán pruebas de presión y funcionamiento para asegurar que el suministro de agua a las nuevas viviendas sea adecuado y continuo, verificando el correcto funcionamiento del sistema antes de su puesta en servicio.

En cuanto a la etapa de operación del proyecto, se identificaron las siguientes acciones:

- Presencia física de la obra: Hace referencia a la implantación definitiva del proyecto completo.
- Función de la obra: Procesamiento del agua para potabilizarla, controlando la calidad del agua tratada y asegurando el suministro constante a la comunidad.
- Mantenimiento y limpieza: Realización de tareas de mantenimiento preventivo durante el proceso de tratamiento (lodos, residuos sólidos), en los equipos e infraestructura de la planta para garantizar su eficiencia y vida útil.

La matriz de impacto ambiental resultante (la cual se encuentra en el Anexo VII) presenta un balance ambiental contrastante entre sus etapas constructiva y operativa. Durante la fase de construcción, se generan impactos negativos significativos en factores como la calidad del aire, la fauna, la flora, el ruido y el suelo, principalmente debido a actividades como el desmonte, la excavación y el movimiento de maquinaria. Estos efectos adversos refuerzan la necesidad de implementar medidas de mitigación rigurosas, como el control de emisiones, la protección de áreas sensibles y la gestión adecuada de residuos. Sin embargo, una vez en operación, el proyecto demuestra impactos altamente positivos, especialmente en la calidad del agua, la calidad de vida de la población y la economía local, destacando su contribución al desarrollo sostenible de la comunidad.

9.3. Matriz de impacto ambiental resultante

Durante el desarrollo del proyecto de construcción de la planta potabilizadora se identificaron impactos tanto positivos como negativos, distribuidos en dos etapas principales, la etapa constructiva y la etapa operativa.

9.3.1. Etapa Constructiva

En esta etapa se analizaron un total de 14 interacciones, de las cuales surgieron 12 impactos negativos clasificados como “compatibles”, sin detectarse impactos negativos de tipo moderado o severo. Además, se identificaron 2 impactos positivos: uno de magnitud “baja” y otro de magnitud “media”, sin registrarse impactos positivos de magnitud “alta”.

Entre las acciones evaluadas, se destaca que la tarea de limpieza y desmonte genera el mayor impacto negativo, principalmente debido al incremento del ruido ambiental que afecta a las viviendas cercanas.

Por el contrario, la tarea de conexión a la planta se identifica como la que genera el mayor impacto positivo dentro de esta etapa, al contribuir de manera significativa a la dinamización de la economía local, ya que implica la contratación de mano de obra y la adquisición de materiales

en la zona. En la Tabla 9.2 se puede observar la matriz de impacto ambiental resultante para esta primera etapa.

Tabla 9.2 - Matriz impacto ambiental en la etapa constructiva

Matriz de importancia	Acciones del proyecto						
	Etapa constructiva						
Factores ambientales	Limpieza y desmonte	Instalación de obrador	Excavacion y construccion de platea	Extension de la red de distribucion	Montaje de planta	Conexión a la planta	Valor medio
Calidad del aire	-2,90	-2,90	-2,90	0,00	-2,90	-2,00	-2,27
Calidad del agua	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ruido	-3,35	-3,26	-2,45	0,00	-3,26	0,00	-2,05
Suelo	0,00	-2,00	0,00	0,00	-2,00	-2,50	-1,08
Calidad de vida	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Economía local	0,00	0,00	0,00	4,40	0,00	6,90	1,88
	VIA promedio						-0,59

9.3.2. Etapa Operativa

Durante la etapa operativa se evaluaron 11 interacciones. No se identificaron impactos negativos, y todos los impactos relevados fueron positivos. De estos, 3 fueron clasificados como de magnitud “baja”, 2 como “media” y 6 como “alta”.

Los impactos positivos más relevantes están asociados a la funcionalidad de la planta y a las tareas de mantenimiento y limpieza, las cuales inciden directamente en la mejora de la calidad del agua suministrada a la población. Asimismo, se destaca que la presencia física de la obra tiene un efecto positivo en el entorno, al representar una mejora en la infraestructura y el servicio público local. En la Tabla 9.3 se observa la matriz resultante.

Tabla 9.3 - Matriz impacto ambiental en la etapa constructiva

Matriz de importancia	Acciones del proyecto					Valor medio
	Etapa operativa					
Factores ambientales	Presencia física de la obra	Función de la obra	Mantenimiento y limpieza	Tratamiento de lodos	Valor medio	
Calidad del aire	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,13
Calidad del agua	4,10	8,50	8,50	5,00	6,53	3,26
Ruido	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,03
Suelo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,54
Calidad de vida	7,60	7,60	6,00	3,50	6,18	3,09
Economía local	7,60	7,60	0,00	3,50	4,68	3,28
	VIA promedio				2,90	1,15

9.4. Plan de mitigación

El río Paraná es un río caudaloso con una alta capacidad natural de autodepuración, lo que le permite diluir y degradar ciertos contaminantes, incluidos los lodos, gracias a su gran volumen y flujo constante. Sin embargo, el vertido directo de lodos sin tratamiento previo podría generar impactos negativos a largo plazo en el ecosistema, especialmente en áreas cercanas al punto de descarga o durante períodos de caudal bajo. Por ello, es recomendable realizar un

tratamiento previo para minimizar riesgos ambientales. La ubicación actual con la cañería de impulsión de lodos se encuentra en el Anexo X.

El tratamiento químico seleccionado para este caso es el de coagulación, que consiste en la adición de coagulantes como sulfato de aluminio ($Al_2(SO_4)_3$) o cloruro férrico ($FeCl_3$). Este proceso funciona neutralizando las cargas eléctricas de las partículas finas y sólidos suspendidos en los lodos, facilitando su agrupación y posterior sedimentación. Como resultado, se reduce la turbidez y la concentración de contaminantes sólidos, mejorando la calidad del lodo antes de su vertido al río. Esto no solo disminuye el impacto ambiental, sino que también asegura que el proceso de autodepuración del río no se vea comprometido.

Frente a las diversas tareas que se llevarán a cabo conforme al proyecto, es fundamental establecer claramente las precauciones necesarias para minimizar los impactos ambientales, sociales y operativos en las zonas de ejecución. Por ello, en los siguientes puntos se detallan las medidas específicas que deben considerarse para etapa esenciales de la obra, garantizando así una ejecución responsable, ordenada y segura. Este plan de mitigación constituye una herramienta esencial para asegurar que las obras de readecuación del sistema de agua potable en Villa Urquiza se realicen de manera controlada, minimizando los efectos negativos sobre el entorno natural, las instalaciones existentes y la comunidad local.

9.4.1. Excavación y movimiento de suelo

Las tareas de excavación y apertura de zanjas para el tendido de nuevas cañerías representan uno de los principales focos de impacto ambiental. La remoción de suelos genera emisiones de polvo al ambiente, riesgos de desmoronamiento y alteración del paisaje. Además, el uso de maquinaria pesada contribuye a generar ruido.

Para mitigar estos impactos, se recomienda humedecer las áreas de excavación en días secos para reducir la dispersión de polvo. Las excavaciones deben realizarse por etapas, evitando abrir simultáneamente grandes frentes de trabajo. Las zonas de zanja deben señalizarse correctamente con cintas de peligro, vallas y carteles, para proteger tanto al personal como a los transeúntes. La maquinaria utilizada deberá mantenerse en buen estado, realizando controles periódicos para minimizar las emisiones de gases y ruidos.

9.4.2. Manejo y acopio de materiales y tierra

El acopio de tierra extraída y materiales de obra puede generar desorden en el predio, ocupación indebida del espacio y riesgo de contaminación del suelo, sobre todo en caso de lluvias. Para evitar estos problemas, se establecerán áreas específicas dentro del predio para el acopio de materiales y tierra, delimitadas y organizadas. Los montículos de tierra que permanezcan varios días deberán cubrirse con lonas para evitar su arrastre por viento o lluvia.

Se debe prestar especial atención a los materiales peligrosos, como adhesivos solventes, que deben almacenarse bajo techo, en espacios señalizados, y con acceso restringido. Las áreas de acopio no deben interferir con los accesos operativos de la planta ni con el tránsito interno.

9.4.3. Comunicación y avisos a la comunidad

Si bien gran parte de la obra se desarrolla dentro del predio de la planta potabilizadora, las tareas de renovación y ampliación de la red de distribución sí afectan calles y frentes de viviendas. Es fundamental informar previamente a los vecinos sobre las intervenciones que puedan generar cortes temporales de accesos o de servicios.

Se recomienda entregar avisos a los vecinos con al menos 48 horas de antelación, detallando el tipo de tarea, su duración y los posibles inconvenientes. Además, se deben colocar carteles visibles en los puntos de intervención para que la comunidad esté informada. Durante toda la obra, deberá asignarse un responsable de atender reclamos o consultas de los vecinos, garantizando una comunicación fluida.

9.4.4. Restitución de accesos y espacios públicos

Las intervenciones sobre la vía pública, como apertura de zanjas frente a propiedades o sobre calzadas y veredas, pueden deteriorar accesos peatonales y vehiculares. Para mitigar este impacto, se deberá reconstruir inmediatamente cualquier acceso alterado, asegurando que quede en condiciones iguales o mejores a las originales. Esto incluye veredas, cunetas, rampas y entradas vehiculares.

Es fundamental evitar dejar pozos abiertos o zonas inseguras durante la noche, manteniendo siempre una correcta señalización e iluminación en las áreas de trabajo. Al finalizar cada tramo de intervención, se debe verificar que los niveles y acabados finales sean adecuados.

9.4.5. Manejo de residuos y escombros

Las tareas de construcción generan residuos de diferente tipo, incluyendo escombros, sobrantes de materiales, envases vacíos y residuos peligrosos como los provenientes de productos químicos. Para evitar impactos ambientales, se deberá establecer un plan de gestión de residuos que contemple la recolección diaria de escombros y su traslado a sitios de disposición final autorizados.

No estará permitido quemar ni enterrar residuos en el sitio de obra. Los residuos peligrosos, como envases de adhesivos o productos químicos, deberán separarse del resto, almacenarse correctamente y entregarse a gestores habilitados. Se recomienda capacitar al personal en el manejo adecuado de residuos desde el inicio de la obra.

9.4.6. Operación en el predio de la planta

La instalación del nuevo módulo potabilizador se realiza dentro del predio existente de la planta, lo que implica riesgos de interferencia con las operaciones en curso. Para evitar interrupciones en el servicio y garantizar la seguridad, se deben coordinar todas las tareas con los responsables de planta.

Será necesario planificar los accesos de obra de manera diferenciada de los accesos operativos, evitando cruces entre personal de obra y personal de planta. Las áreas de trabajo deben estar claramente delimitadas y restringidas, minimizando el impacto sobre las

instalaciones existentes y asegurando el normal funcionamiento del sistema durante todo el período de obras.

9.4.7. Seguridad e higiene en la obra

La seguridad e higiene son aspectos transversales a todas las tareas. El incumplimiento de las normas básicas puede derivar en accidentes personales, daños materiales e incluso impactos ambientales secundarios. Es obligatorio cumplir con la Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo y con el Decreto 351/79.

Todo el personal deberá contar con los elementos de protección personal (EPP) adecuados: cascos, guantes, botas con puntera, arneses, gafas, tapones auditivos, entre otros, según la tarea. Asimismo, deberá recibir capacitación específica para las tareas asignadas, incluyendo el manejo seguro de adhesivos, trabajos en altura, conexiones eléctricas y operación de maquinaria. Las zonas de riesgo deberán señalizarse claramente para evitar el ingreso de personal no autorizado.

Capítulo 10. Cómputo, presupuesto, plan de trabajo y curva de inversión

En este apartado se dejó previsto el presupuesto que conllevaría este proyecto, así como el plan de trabajo y las curvas de inversión correspondientes.

El pliego de especificaciones técnicas particulares resultante del plan de trabajos desarrollado en este capítulo se encuentra contemplado en el Anexo VIII.

10.1. Cómputo métrico

El cómputo y presupuesto se estructuró definiendo los elementos y subelementos de la obra junto con sus unidades de medida correspondientes. A partir de esta base, se efectuó el cómputo métrico y posteriormente se desarrollaron los análisis de precios unitarios. La información detallada, que incluye las cantidades calculadas y las especificaciones, se encuentra resumida en la Tabla 10.1 y detallada en el Anexo VIII. Todo el proceso se llevó a cabo considerando las dimensiones y lineamientos establecidos en los planos del proyecto resultantes del Anexo X.

Tabla 10.1 – Computo métrico

ITEM	DESIGNACIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
1	Trabajos preliminares		
1.1	Limpieza del terreno, nivelación, cartel de obra, replanteo, vallado, etc.	Gl	1,00
2	Estructuras de H°A°		
2.1	Platea de H°A° calidad H30 - Esp.= 35 cm, para asiento Módulo B Pta. Potabilizadora y Almacenamiento	m3	42,07
2.2	Cámara de desagüe de H°A° calidad H30	m3	3,36
3	Sistema de potabilización y almacenamiento		
3.1	Provisión y Montaje Módulo B Pta. Potabilizadora Compacta Q=28,55m3/h y Cisterna 21.000lts	Gl	1,00
4	Ampliación y/o sustitución de cañeria de distribución		
4.1	Excavación, Relleno y Compactación de Zanjas	m3	2.217,53
4.2	Base de Asiento de Arena esp.=10cm y lateral cañería	m3	313,01
4.3	Provisión y Tendido - Cañería Dn PVC - diám.= 63 mm - K6	m	4.714,33
4.4	Provisión y Tendido - Cañería Dn PVC - diám.= 75 mm - K6	m	46,97
4.5	Provisión y Tendido - Cañería Dn PVC - diám.= 100 mm - K6	m	23,47
4.6	Conexiones domiciliarias Tipo	Un	32,00
5	Adecuaciónes de tableros electricos, de comando y control		
5.1	Sector Muelle de Toma		
5.1.1	Adecuación Tablero Control de Bombas en Paralelo	Gl	1,00
5.2	Sector Planta de Tratamiento		
5.2.1	Provisión e Instalación Tablero Módulo B Pta. Potabilizadora	Gl	1,00

ITEM	DESIGNACIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
6	Provisión y Montaje de Electrobombas		
6.1	Bombas Sumergibles para Agua Cruda, Q= 12 l/s H= 75 m; incluye Motor	Un	3,00
6.2	Electrobombas Centrífugas para elevar a Tanque Almacenamiento, Q= 30 m3/h H= 22 m	Gl	1,00
6.3	Electrobombas Sumergibles para impulsión de barros, Q= 3,6 m3/h, H= 10 m	Gl	1,00
6.4	Electrobombas Centrífugas para impulsión a Cisterna, Electrobombas para elevar a Tanque Almacenamiento, Q= 30 m3/h H= 22 m	Gl	1,00
7	Provisión y Montaje de Equipamiento y Accesorios		
7.1	Sistema de Dosificación PAC. Incluye bombas dosificadoras, válvulas y tanques de almacenaje	Gl	1,00
7.2	Válvulas de Accionamiento para Compuertas. Accionamiento manual (diám.= 63 mm; 100 mm; 150 mm)	Gl	1,00
7.3	Válvulas de retención (FF), (diám.= 63 mm; diám.= 75mm)	Gl	1,00
7.4	Accesorio Cruce Cruz - PVC, diám.= 63 mm	Un	28,00
7.5	Tapa de cámara de desagüe - F.F	Un	1,00
7.6	Válvula de aire (FF), diám. = 63 mm	Un	5,00
7.7	Codo PVC a 90°, diám.= 100 mm	Un	3,00
7.8	Codo PVC a 90°, diám.= 150 mm	Un	1,00
7.9	Curva PVC a 45°, diám.= 100mm	Un	4,00
7.10	Caudalímetro, diám.= 100mm	Un	1,00
7.11	Válvula reguladora de caudal, diám.= 75mm	Un	1,00
7.12	Válvula de Purga (FF), diám.= 63mm	Un	6,00

10.2. Costo de materiales y mano de obra

Para realizar los análisis de precios, se calcularon los costos de materiales y mano de obra, utilizando como referencia los valores de abril de 2025.

Para el cálculo de los jornales, se tomaron en cuenta los salarios básicos vigentes a partir del 1 de abril de 2025, según la UOCRA para la Zona "A" de la República Argentina, considerando las categorías establecidas en el Convenio Colectivo de Trabajo N° 76/75: oficial especializado, oficial, medio oficial y ayudante. Luego, se determinó el costo horario total, incluyendo adicionales por asistencia y horas extras, cargas sociales y aportes legales, además de un extra por costos de vigilancia. Este detalle se encuentra dispuesto en la Tabla 10.2, y el cálculo completo se encuentra en el Anexo VIII.

Tabla 10.2 - Costos unitarios por hora de mano de obra

Rango	Costo unitario por hora
Oficial especializado	$ 12.039,20
Oficial	$ 10.299,72

Rango	Costo unitario por hora
Medio oficial	$ 9.517,59
Ayudante	$ 8.760,86

10.3. Coeficiente resumen (k)

Los precios de cada ítem fueron ajustados mediante un factor K (o coeficiente resumen), el cual es un valor numérico que transforma los costos en precios de venta. Este coeficiente incluye los gastos generales, el margen de beneficio, los impuestos y los costos financieros asociados a cada ítem del presupuesto.

Para asegurar la rentabilidad y viabilidad del proyecto, se estableció un margen de beneficio del 10 %, según lo detallado en la tabla correspondiente. El porcentaje de impuesto sobre los ingresos brutos (IBB) se estableció en 2,5%, correspondiente a la ley impositiva vigente año de estudio.

En la Tabla 10.3, se presenta el cálculo del coeficiente resumen (K) obtenido para este proyecto. En el Anexo VIII, se encuentra detallado el cálculo de los gastos generales.

Tabla 10.3 – Calculo del coeficiente resumen

Obra: Readecuación del sistema de agua potable de la localidad de Villa Urquiza. Ubicación: localidad de Villa Urquiza - dept. Paraná - prov. Entre ríos.	
Mes base: abril 2025	
Plazo: 9 meses.	
Costo costo	1,00
Gastos generales	37,49%
	0,37
Subtotal I	1,37
Beneficio	10,00%
	0,14
Subtotal II	1,51
Ingresos brutos (IBB)	2,50%
	0,04
Subtotal III	1,55
I.V.A	21,00%
	0,33
Coeficiente resumen (factor k)	1,876

10.4. Presupuesto

Luego del análisis y los cálculos realizados, considerando los costos de materiales, mano de obra y equipos con valores actualizados a abril de 2025, así como la aplicación del coeficiente resumen (K) que incluye gastos generales, beneficios, impuestos y costos financieros, se determinó un presupuesto total de obra de $ 796.030.124,13.

Este monto se obtuvo tras evaluar los salarios vigentes según la UOCRA para la Zona "A", los rendimientos de materiales y mano de obra con base en bibliografía especializada y consultas profesionales, y la selección de materiales conforme a las especificaciones técnicas particulares. No obstante, en el Anexo VIII se presentan en detalle el análisis de precios y el presupuesto completo que respaldan este cálculo.

Tabla 10.4 – Presupuesto

Ítems	Designación	Un.	Cant.	Precio unitario	Precio ítem
1	Trabajos preliminares				
1.1	Limpieza del terreno, nivelación, cartel de obra, replanteo, vallado, etc.	Gl	1,00	$ 46.567.890,19	$ 46.567.890,19
2	Estructuras de H°A°				
2.1	Platea de H°A° calidad H30 - Esp.= 35 cm, para asiento Módulo B Pta. Potabilizadora y Almacenamiento	m3	42,07	$ 668.070,78	$ 28.105.737,70
2.2	Cámara de desagüe de H°A° calidad H30	m3	3,36	$ 506.912,81	$ 1.703.227,03
3	Sistema de potabilización y almacenamiento				
3.1	Provisión y Montaje Módulo B Pta. Potabilizadora Compacta Q=23,16m3/h y Cisterna 21.000lts	Gl	1,00	$ 277.239.405,73	$ 277.239.405,73
4	Ampliación y/o sustitución de cañeria de distribución				
4.1	Excavación, Relleno y Compactación de Zanjas	m3	2217,53	$ 47.632,55	$ 105.626.649,55
4.2	Base de Asiento de Arena esp.=10cm y lateral cañería	m3	313,01	$ 23.899,75	$ 7.480.876,41
4.3	Provisión y Tendido - Cañería Dn PVC - diám.= 63 mm - K6	m	4714,33	$ 26.238,18	$ 123.695.421,22
4.4	Provisión y Tendido - Cañería Dn PVC - diám.= 75 mm - K6	m	46,97	$ 89.736,00	$ 4.214.899,88
4.5	Provisión y Tendido - Cañería Dn PVC - diám.= 100 mm - K6	m	23,47	$ 76.312,21	$ 1.791.047,61
4.6	Conexiones domiciliarias Tipo	Un	32,00	$ 221.704,05	$ 7.094.529,62
5	Adecuaciónes de tableros electricos, de comando y control				
5.1	Sector Muelle de Toma				
5.1.1	Adecuación Tablero Control de Bombas en Paralelo	Gl	1,00	$ 14.898.962,12	$ 14.898.962,12

Ítems	Designación	Un.	Cant.	Precio unitario	Precio ítem
5.2	Sector Planta de Tratamiento				
5.2.1	Provisión e Instalación Tablero Módulo B Pta. Potabilizadora	Gl	1,00	$ 10.911.305,36	$ 10.911.305,36
6	Provisión y Montaje de Electrobombas				
6.1	Bombas Sumergibles para Agua Cruda, Q= 12 l/s H= 75 m; incluye Motor	Un	3,00	$ 27.367.377,33	$ 82.102.132,00
6.2	Electrobombas Centrífugas para elevar a Tanque Almacenamiento, Q= 30 m3/h H= 22 m	Gl	1,00	$ 1.395.483,52	$ 1.395.483,52
6.3	Electrobombas Sumergibles para impulsión de barros, Q= 3,6 m3/h, H= 10 m	Gl	1,00	$ 11.401.188,59	$ 11.401.188,59
6.4	Electrobombas Centrífugas para impulsión a Cisterna, Electrobombas para elevar a Tanque Almacenamiento, Q= 30 m3/h H= 22 m	Gl	1,00	$ 1.395.483,52	$ 1.395.483,52
7	Provisión y Montaje de Equipamiento y Accesorios				
7.1	Sistema de Dosificación PAC. Incluye bombas dosificadoras, válvulas y tanques de almacenaje	Gl	1,00	$ 26.412.174,64	$ 26.412.174,64
7.2	Válvulas de Accionamiento para Compuertas. Accionamiento manual (diám.= 63 mm; 100 mm; 150 mm)	Gl	1,00	$ 9.368.049,62	$ 9.368.049,62
7.3	Válvulas de retención (FF), (diám.= 63 mm; diám.= 75mm)	Gl	1,00	$ 1.460.281,81	$ 1.460.281,81
7.4	Accesorio Cruce Cruz - PVC, diám.= 63 mm	Un	28,00	$ 80.626,71	$ 2.257.547,77
7.5	Tapa de cámara de desagüe - F.F	Un	1,00	$ 174.635,85	$ 174.635,85
7.6	Válvula de aire (FF), diám. = 63 mm	Un	5,00	$ 3.162.893,16	$ 15.814.465,79
7.7	Codo PVC a 90°, diám.= 100 mm	Un	3,00	$ 63.892,26	$ 191.676,78
7.8	Codo PVC a 90°, diám.= 150 mm	Un	1,00	$ 82.792,85	$ 82.792,85
7.9	Curva PVC a 45°, diám.= 100mm	Un	4,00	$ 75.592,28	$ 302.369,14

Ítems	Designación	Un.	Cant.	Precio unitario	Precio ítem
7.10	Caudalímetro, diám.= 100mm	Un	1,00	$ 1.475.594,34	$ 1.475.594,34
7.11	Válvula reguladora de caudal, diám.= 75mm	Un	1,00	$ 475.719,95	$ 475.719,95
7.12	Válvula de Purga (FF), diám.= 63mm	Un	6,00	$ 2.065.095,93	$ 12.390.575,57
Costo: $ 424.396.659,48 K = 1,876				Precio: Mes base	$ 796.030.124,13 ABRIL 2025.

Con los ítems obtenidos y tras la aplicación del coeficiente K, el presupuesto asciende a la suma de pesos setecientos noventa y seis millones treinta mil ciento veinticuatro con 13/100 centavos. El presupuesto con los costos unitarios completo se encuentra en el Anexo VIII.

10.5. Plan de trabajos y curva de inversión

El plan de trabajo elaborado servirá como guía para la ejecución del proyecto y se encuentra detallado en el Anexo VIII. Dicho plan fue desarrollado con el objetivo de garantizar una ejecución ordenada y eficiente de la obra dentro del plazo establecido de 9 meses. Para lograrlo, se confeccionó un diagrama de Gantt en el que se distribuyeron estratégicamente las tareas, buscando optimizar los tiempos de ejecución y evitar posibles demoras.

En la planificación, se consideraron aspectos clave como la disponibilidad de materiales y equipos, la coordinación entre las distintas etapas de la obra y la asignación eficiente de los recursos humanos, asegurando que cada actividad se realizara en el momento oportuno y con el menor impacto en la secuencia general del proyecto. La curva de inversión resultante de este plan de trabajos se observa en la Figura 10.1.

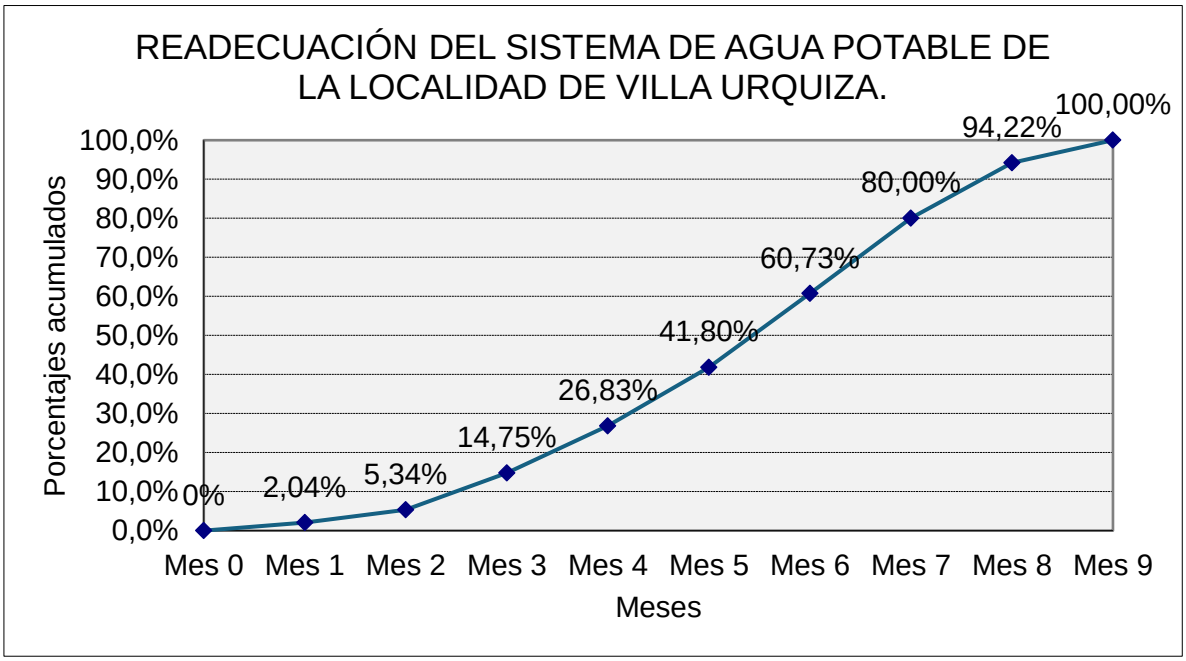


Figura 10.1 – Curva de inversión

Capítulo 11. Propuesta de alternativa del muelle de toma

El muelle flotante existente presentó diversos problemas operativos y estructurales a lo largo de su vida útil, como se describió en los antecedentes, principalmente relacionados con las fluctuaciones del nivel del río Paraná, especialmente durante las crecidas. Estos inconvenientes generaron oscilaciones que comprometieron la estabilidad del sistema, afectando tanto las uniones estructurales como la continuidad del suministro de agua.

En este contexto, se planteó como alternativa la readecuación del sistema de captación mediante la implementación de un muelle fijo o plataforma sobre el río, según lo recomendado en las guías de ENOHSA y cuyo esquema se observa en la Figura 11.1.

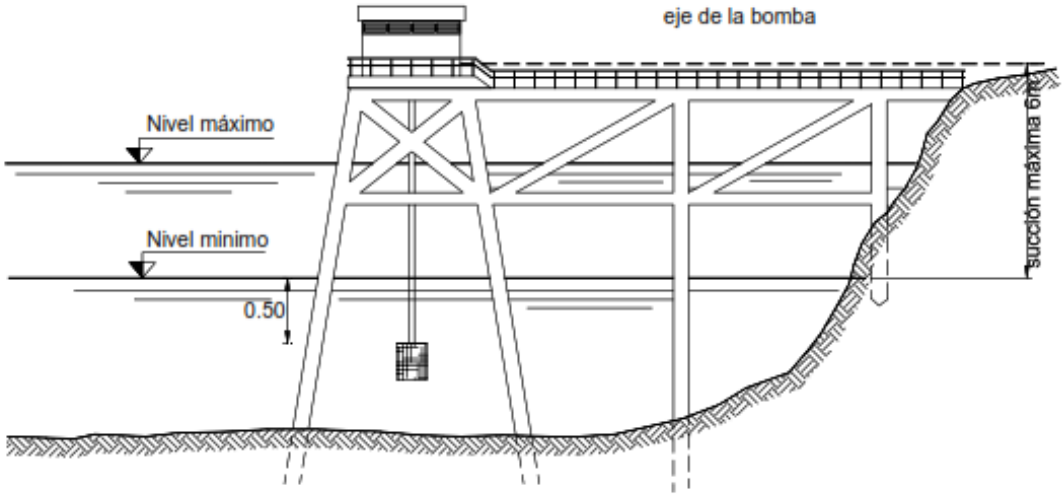


Figura 11.1 - Plataforma en Rio o embalse (imagen tomada de las guías ENOHSA)

La estructura resultante del análisis, dispuesta en el lecho del río, servirá de soporte a la cañería de toma hasta la orilla, donde se desplazará por debajo de la calzada existente para posteriormente elevarse por la barranca. Desde el punto de vista técnico, y en base a los sistemas de captación que se pueden adoptar, este fue el sistema que mejor se adaptó a las pendientes naturales del terreno y a la distancia entre la toma y la zona de implantación de la planta de potabilización.

Se proyectan pilotes de hormigón armado de 45 cm de diámetro, empotrados a profundidades que se determinarán según los resultados del estudio geotécnico correspondiente, con una capacidad portante mínima de 50 toneladas. La longitud de los pilotes será verificada mediante ensayos PIT. La plataforma estará conformada por una losa de hormigón armado de 7,10 m × 14,25 m, apoyada sobre seis pilotes, y contará con una pasarela de acceso de 1,50 m de ancho y aproximadamente 35 m de longitud.

En la Figura 11.2 y Figura 11.3 se observa un esquema de la planta y corte del muelle conjunto con la pasarela metálica para apoyo de cañería de impulsión y paso del personal.

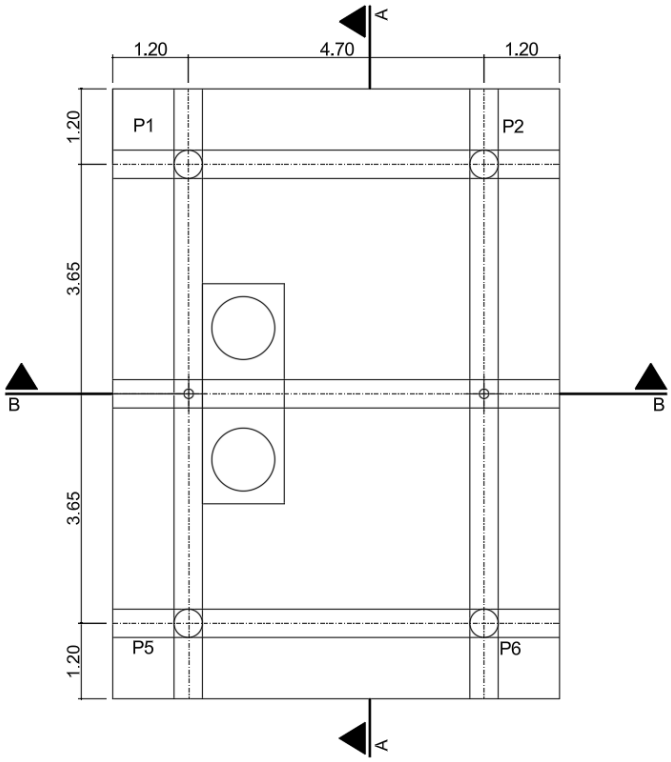


Figura 11.2 – Planta del muelle de toma fijo

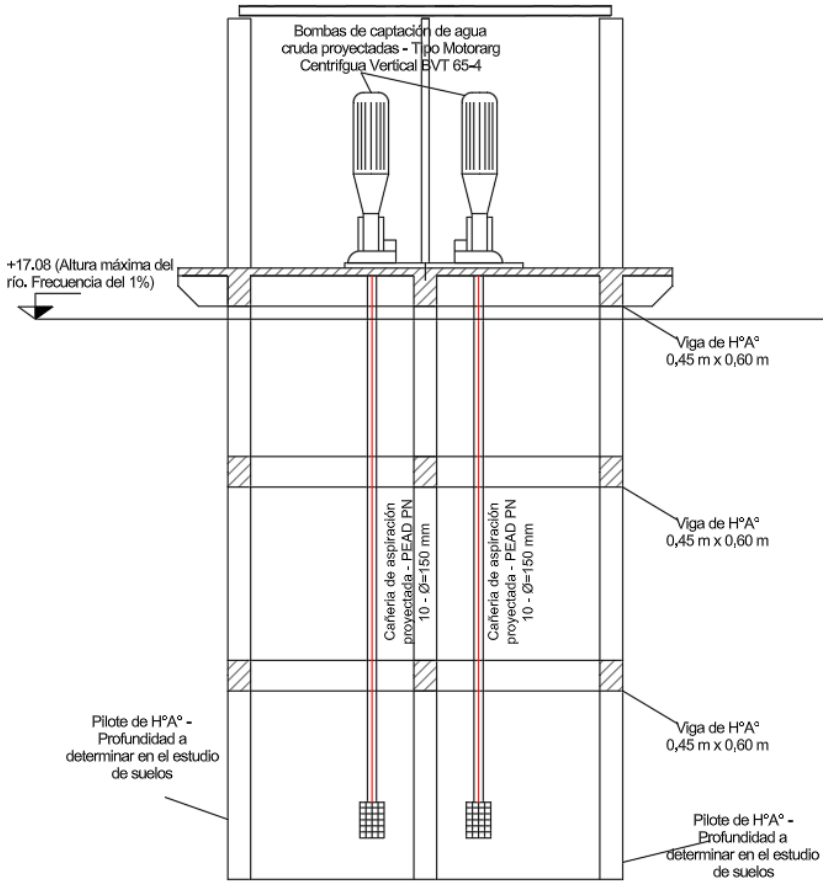


Figura 11.3 – Corte del muelle de toma fijo

El diseño de este nuevo sistema de captación de agua debe considerar varios factores técnicos y operativos para garantizar la continuidad del suministro, la seguridad estructural y la sostenibilidad a largo plazo. En este capítulo, debido a que la toma de agua en Villa Urquiza enfrentó serias limitaciones por las fluctuaciones del nivel del río, especialmente durante las crecidas, se realizó una comparación entre un sistema de muelle flotante y uno fijo, evaluando aspectos críticos que afectaron su desempeño y su viabilidad en las condiciones específicas del río Paraná.

Los criterios que se consideraron para la comparación son los siguientes:

- Estabilidad estructural y operativa
- Resiliencia ante fluctuaciones del nivel del río
- Mantenimiento y durabilidad
- Impacto ambiental
- Costos (iniciales y a lo largo de la vida útil)
- Facilidad de operación y seguridad

11.1. Estabilidad estructural y operativa

La estabilidad estructural es clave para asegurar que la toma de agua operara sin interrupciones y que la infraestructura no se viera afectada por fenómenos hidrológicos extremos, como las crecidas. Una plataforma como la considerada también reduce el desgaste de los componentes críticos, como uniones hidráulicas y estructurales. Las ventajas pertinentes a este punto se pueden observar en la Tabla 11.1.

Tabla 11.1 - Comparaciones estructurales y operativas

-	Muelle flotante	Muelle fijo
Ventajas	Se adapta a las fluctuaciones del nivel del agua sin requerir ajustes en la estructura.	Totalmente estable, ya que está anclado mediante pilotes al lecho del río.
		Las plataformas y pasarelas son estáticas, eliminando riesgos de oscilaciones.
		Diseñable para resistir cargas hidráulicas incluso en crecidas extremas.
Desventajas	Oscilaciones significativas durante crecidas o fuertes corrientes, lo que genera tensión en los tensores de acero.	Puede quedar parcialmente inutilizable si el diseño no considera adecuadamente las variaciones del nivel del agua (esto se resuelve con bombas sumergibles ajustables o plataformas escalonadas).
	Fallas frecuentes en las uniones hidráulicas y estructurales debido a movimientos constantes.	

-	Muelle flotante	Muelle fijo
	Alta sensibilidad a fenómenos extremos, como crecidas rápidas.	

Frente a esta comparativa, la estabilidad estructural y operativa del muelle fijo lo convirtió en una opción superior en términos de confiabilidad. Su diseño reduce significativamente las tensiones en los puntos críticos y evita movimientos inesperados, lo que disminuye el riesgo de fallas. Además, la estructura fija es ideal para ubicaciones con fluctuaciones extremas del nivel del río, como ocurre en el Paraná.

11.2. Resiliencia ante fluctuaciones del nivel del rio

El nivel del agua del río puede variar considerablemente debido a factores estacionales y climáticos, como lluvias intensas o períodos de sequía. Por lo tanto, un sistema de captación debe garantizar la extracción eficiente del agua en cualquier condición, desde niveles bajos hasta crecidas máximas. En la Tabla 11.2 se puede observar la comparación resultante en este aspecto.

Tabla 11.2 - Comparación de resiliencia

-	Muelle flotante	Muelle fijo
Ventajas	Se eleva o desciende automáticamente con el nivel del agua.	Puede diseñarse para soportar el rango completo de niveles del río, desde caudales mínimos hasta máximos históricos.
		La estabilidad estructural no se ve afectada por variaciones hidrológicas.
Desventajas	Durante crecidas extremas, los movimientos bruscos generan riesgos operativos.	Requiere un diseño inicial preciso para garantizar que las bombas puedan captar agua en niveles bajos.
	En niveles muy bajos, el acceso a la toma puede verse afectado si no se implementan mecanismos adicionales.	

Del estudio se concluyó que el muelle fijo posee mayor resiliencia a largo plazo, ya que su estructura permanece intacta frente a cualquier nivel del agua. Aunque el diseño inicial debe considerar cuidadosamente las fluctuaciones mínimas y máximas del nivel del agua, la integración de bombas ajustables y pasarelas lo hace más confiable, especialmente en escenarios de crecidas extremas.

11.3. Mantenimiento y durabilidad

Los costos operativos y la disponibilidad de la infraestructura están directamente relacionados con la frecuencia y complejidad del mantenimiento. Por lo tanto, un sistema con menos requerimientos de mantenimiento fue preferible tanto en términos económicos como de confiabilidad operativa, esta comparación se puede ver en la Tabla 11.3.

Tabla 11.3 - Comparación del Mantenimiento y durabilidad

-	Muelle flotante	Muelle fijo
Ventajas	Menores costos iniciales de construcción.	Mantenimiento limitado a inspecciones periódicas y repintado de componentes expuestos.
		Larga vida útil (20-50 años según materiales utilizados).
		Menor riesgo de daños estructurales por crecidas o fluctuaciones.
Desventajas	Alto costo de mantenimiento debido a desgaste en tensores y uniones por movimientos continuos.	Inversión inicial más elevada.
	Vida útil reducida comparada con estructuras fijas.	
	Mayor necesidad de reparaciones tras eventos climáticos extremos.	

La menor frecuencia de mantenimiento y la mayor vida útil del muelle fijo lo han convertido una opción más económica y práctica a largo plazo. Su construcción sólida y materiales resistentes permiten que mantenga su funcionalidad sin interrupciones, reduciendo costos operativos y riesgos de falla.

11.4. Impacto ambiental

Cualquier intervención en un cuerpo de agua debe minimizar el impacto ambiental para proteger los ecosistemas locales. En la Tabla 11.4 se evalúa cómo las estructuras afectan la fauna, la flora y la calidad del agua.

Tabla 11.4 - Comparación de Impacto Ambiental

-	Muelle flotante	Muelle fijo
Ventajas	No requiere excavaciones ni perturbaciones importantes en el lecho del río.	Una vez construido, el impacto ambiental es mínimo.
Desventajas	Oscilaciones y tensores pueden interferir con la fauna acuática cercana.	La construcción de pilotes y estructuras en el lecho puede alterar temporalmente los ecosistemas locales.
	Riesgo de contaminación si las uniones hidráulicas fallan.	

Del análisis resultó que el muelle fijo es más amigable con el medio ambiente a largo plazo, ya que su impacto inicial se compensa con una operación estable y segura. Esto lo hace más compatible con prácticas de gestión sostenible del agua.

11.5. Costos de inversión

La viabilidad económica de un proyecto depende tanto de los costos iniciales como de los costos operativos y de mantenimiento. Por lo tanto, el análisis integral debió considerar el

costo total a lo largo de la vida útil de la infraestructura. Las características relacionadas con los costos se detallan en la Tabla 11.5.

Tabla 11.5 - Comparación en los costos de inversión

-	Muelle flotante	Muelle fijo
Comparación	Costos iniciales más bajos.	Costos iniciales más altos por el diseño y construcción de pilotes.
	Costos operativos y de mantenimiento elevados debido a reparaciones constantes.	Costos operativos y de mantenimiento significativamente más bajos a lo largo de su vida útil.

El costo operativo de propiedad del muelle fijo es menor a largo plazo. Si bien requiere una inversión inicial mucho alta, su diseño robusto y su bajo mantenimiento lo convierten en una solución económicamente más sostenible en un análisis a largo plazo.

11.6. Facilidad de operación y seguridad

La facilidad de operación y la seguridad son esenciales para garantizar la continuidad del suministro de agua y minimizar riesgos para el personal y la infraestructura, la comparación que se llevó a cabo se dispone en la Tabla 11.6.

Tabla 11.6 - Comparación

-	Muelle flotante	Muelle fijo
Comparación	Mayor riesgo de accidentes durante crecidas debido a movimientos bruscos.	Operación más segura y confiable.
	Fallas en las uniones hidráulicas pueden interrumpir la operación.	Menos susceptible a interrupciones.

El muelle fijo proporciona un entorno de operación más seguro y eficiente. Su estabilidad estructural permite una gestión más simple y confiable, reduciendo riesgos para los trabajadores y asegurando el suministro de agua en todo momento.

11.7. Conclusión general

El análisis técnico y operativo permitió concluir que el muelle fijo constituye una solución superior al sistema flotante para la captación de agua en Villa Urquiza. Su estabilidad estructural, resiliencia frente a fluctuaciones, menor requerimiento de mantenimiento, impacto ambiental controlado y menores costos totales lo posicionan como una opción más confiable y sostenible para garantizar el suministro de agua potable en condiciones óptimas. El único punto en contra es que requiere una inversión inicial muy importante. En el Anexo X se incluye el plano con las medidas estimadas para que la plataforma fija pueda llevar a cabo la captación e impulsión de agua cruda, tanto para la altura máxima del río registrada como para la mínima (cuyos valores fueron obtenidos en el estudio hidrométrico de este proyecto).

Capítulo 12. Memoria descriptiva

El presente proyecto tiene como objetivo solucionar diversos problemas existentes en el sistema de abastecimiento de agua y garantizar la provisión adecuada para cubrir la demanda proyectada hasta el año 2055. Para ello, se han diseñado intervenciones específicas en el sistema de captación, potabilización y distribución, asegurando la sostenibilidad del suministro.

En primer lugar, se aborda la problemática en el muelle de toma, donde la bomba actual presenta dificultades para impulsar el agua desde el río hasta la planta potabilizadora debido a problemas de presión y al incremento en la demanda, que supera la capacidad calculada originalmente. Con el fin de superar esta limitación, se realizaron los cálculos correspondientes para la instalación de dos nuevas bombas que trabajarán en paralelo. Estas bombas permitirán impulsar el agua de manera eficiente utilizando la cañería de impulsión existente, la cual será adaptada para conectarse a las nuevas bombas.

En la planta potabilizadora, se proyecta la incorporación de un nuevo módulo compacto que será capaz de atender la demanda adicional estimada para el período de diseño. Además, se contempla la renovación de las cañerías de distribución ubicadas en la zona de la playa y del camping, reemplazando las actuales de diámetro 50 mm por otras de 63 mm, lo que garantizará una mayor capacidad de transporte de agua en estas áreas.

Por último, se incluye el diseño de una nueva cañería de distribución destinada a suministrar agua potable desde la planta potabilizadora hasta las urbanizaciones Ojos de Agua y Solares. En ambos sectores, actualmente, el suministro de agua se realiza mediante tanques elevados alimentados por bombas que extraen agua subterránea a través de perforaciones. Para optimizar este sistema, se proyecta la ampliación de la cañería actual, buscando llevar agua tratada desde la planta potabilizadora hasta dichas áreas exclusivamente por gravedad. Cabe destacar que las bombas actuales que toman agua subterránea no serán retiradas, sino que permanecerán como un sistema de respaldo. Estas se habilitarán únicamente en caso de que el suministro desde la planta potabilizadora sea insuficiente, garantizando así la continuidad del abastecimiento.

Además, como parte del desarrollo del proyecto, se realizó un estudio socioeconómico que permitió verificar la factibilidad económica de las obras propuestas, asegurando su viabilidad desde el punto de vista financiero y su adecuación a las necesidades de la comunidad beneficiaria. De igual manera, se llevó a cabo un estudio de impacto ambiental para evaluar las posibles consecuencias de la ejecución del proyecto y establecer medidas de mitigación que minimicen cualquier efecto negativo sobre el entorno natural y social.

De esta manera, el proyecto contempla soluciones integrales para mejorar la captación, potabilización y distribución de agua, asegurando la eficiencia del sistema y el cumplimiento de la demanda futura, en armonía con las necesidades económicas y ambientales.

Capítulo 13. Bibliografía

Debate Abierto (13 de junio de 2014). Artículo sobre la primera etapa del proyecto en Villa Urquiza.

Diálogo con el Intendente Dr. Manuel Tennen sobre la planta potabilizadora de agua, reparaciones e inversión (27 de octubre de 2021).

Acto del Intendente Dr. Manuel Tennen de la puesta en funcionamiento de la nueva planta potabilizadora de agua (12 de diciembre 2022)

Al Día Entre Ríos (18 de julio de 2022). Avances en el funcionamiento de la planta potabilizadora en Villa Urquiza.

Desde Entre Ríos (4 de mayo de 2022). Trabajos en la planta potabilizadora y construcción de pasarelas en la toma de agua.

Desde Entre Ríos (9 de noviembre de 2021). Construcción de 2 pasarelas para extender la toma de agua desde el río.

SETAPHT. Plantas potabilizadoras modulares y compactas, sus aplicaciones y ventajas.

Dirección de Hidráulica de Entre Ríos (2013). Información oficial sobre obras y regulaciones hídricas.

INDEC (Censo 2021). Memoria de cálculo de población y proyecciones demográficas.

Área Ciencias. Procesos de potabilización y depuración del agua.

Bioingepro (30 de mayo de 2023). Funcionamiento de un sedimentador con seditubos.

ENOHSA (Gobierno de Argentina). Guías y normativas de agua potable.

Prefectura Naval Argentina. Datos sobre alturas hidrométricas de los ríos.

Sistema Nacional de Información Hídrica (SNIH). Datos hidrológicos oficiales de Argentina.

ANEXOS

Anexo I: Recopilación de antecedentes.

Anexo II: Estudio demográfico.

Anexo III: Cálculo de la demanda y los caudales.

Anexo IV: Análisis de la captación de agua cruda.

Anexo V: Diseño de la planta modular.

Anexo VI: Verificación de la impulsión y de la red de distribución.

Anexo VII: Estudio de impacto ambiental.

Anexo VIII: Cómputo, presupuesto, plan de trabajo y curva de inversión.

Anexo IX: Imágenes 3D.

Anexo X: Planos.

ANEXO I: Recopilación de antecedentes

Figura N°1: Nota para la solicitud de documentación y antecedentes.

Figura N°2: Solicitud de financiamiento.

Figura N°3: Certificado de no inundabilidad.

Figura N°4: Control de producción.

Tabla N°1: Datos de la curva de funcionamiento.

Figura N°5: Curva de funcionamiento – Potencia y caudal.

Figura N° 1: Nota para la solicitud de documentación y antecedentes.

Paraná, 16 de agosto de 2023

Municipalidad de Villa Urquiza
Sr. Intendente
Dr. Manuel A. Tennen
S / D
De mi mayor consideración

Me dirijo a Ud. en mi calidad de Decano de la Facultad Regional Paraná de la Universidad Tecnológica Nacional a fin de solicitarle, tenga a bien, recibir o derivar a quién considere, al equipo de estudiantes de la carrera Ingeniería Civil de esta casa de estudios mencionados al pie de esta misiva.

Los mismos están en proceso de formular, en el marco del Proyecto Final de la carrera, una propuesta de Planta de Tratamientos de efluentes Cloacales en la localidad de Villa Urquiza, para lo cual requieren información acerca de: datos demográficos, topográficos, planos, desagües cloacales (en caso de existir), entre otros.

Es importante destacar que este trabajo es requisito académico para la obtención del título de grado.

El equipo está compuesto por:
Coiz, Emiliano Nahuel, DNI N° 39.836.634;
Esquivel, Nicolas Maximiliano, DNI N° 39.121.778;
Giorello, Ezequiel Lorenzo, DNI N° 39.717.049.

Agradeciendo desde ya su buena predisposición para lograr el cometido de nuestros estudiantes, lo saludo con cordial consideración.

Prof. Mg. Ing. Alejandro D. Carrere
DECANO
UTN – Facultad Regional Paraná

Figura N° 2: Solicitud de financiamiento.

MUNICIPIO DE VILLA URQUIZA

Edgardo A. J. Klocker s/n – Tel-Fax (0343) 4872069-4872250
Villa Urquiza
C.P. 3113 – Dpto PARANA – ENTRE RIOS
e-mail: secretaria@villaurquiza.gov.ar

VILLA URQUIZA, 28 de febrero de 2013

Sr. SECRETARIO DE OBRAS PÚBLICAS

DE LA NACION

ING. JOSE FRANCISCO LOPEZ

Su despacho:

De mi mayor consideración:

Por la presente me dirijo a Usted a fin de solicitarle financiamiento para PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE PARA VILLA URQUIZA redundará en un mejoramiento de la calidad vida de la población, sus visitantes y asegurará el aprovisionamiento constante de este servicio fundamental para cubrir las necesidades básicas.-

Monto total a financiar PESOS UN MILLON CIEN MIL ($ 1.100.000,00).-

Villa Urquiza es un centro turístico muy importante en la costa del rio Paraná, visitado por miles de personas en temporada estival, hemos recibido visitas diarias de hasta 30.000 personas, con lo cual los servicios de agua, nunca se llegan a optimizar.- El Municipio en su planta urbana cuenta con una población de 1.900 habitantes, su actividad económica principal es el turismo, posee complejos de boungalows, casas en alquiler y un gran camping para servicios a los turistas, además el ejido municipal es muy amplio y se dedica a la ganadería y agricultura. El Municipio presta el servicio del agua potable en la planta urbana, cuenta con 2 pozos subterráneos con bomba que abastecen a toda la planta urbana de agua potable. En época estival es imposible abastecer a toda la población y visitantes y se provocan cortes en el servicio, bombas que se queman y baja presión, por todo esto es fundamental aprovechar el recurso natural del río para realizar esta obra trascendental en esta localidad que ya cuenta con 160 años y que solucionará el problema a largo plazo ya que se proyecta un crecimiento paulatino en servicios al turista, (nuevos complejos, nuevos loteos, proyecto de termas, etc.)

Agradeciendo su consideración, me despido saludándolo muy cordialmente.-

ALBERTO J. GASTIAZORO
PRESIDENTE
MUN. VILLA URQUIZA

Figura N° 3: Certificado de no inundabilidad.

CERTIFICADO DE NO INUNDABILIDAD

UBICACIÓN:

LOCALIDAD: **Villa Urquiza**

DEPARTAMENTO: **Paraná - Distrito Tala - Entre Ríos.**

OBRA:

PLANO DE MENSURA N°: **143659**

PARTIDA PROVINCIAL DEL INMUEBLE: **202279**

PROPIETARIO: **Municipio de Villa Urquiza**

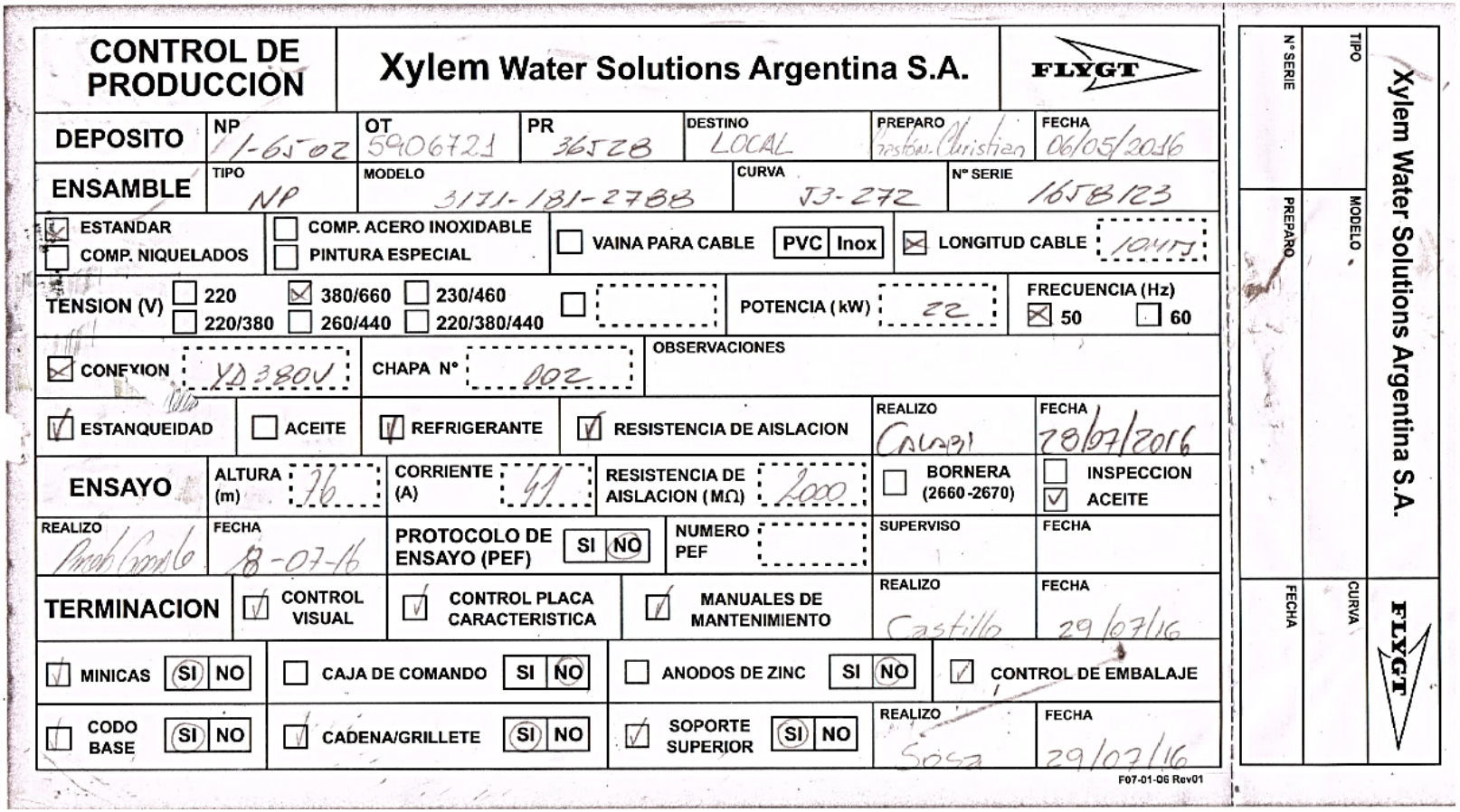
(Se adjunta copia del plano de mensura de la parcela)

Por la presente Certifico que el terreno anteriormente mencionado **no posee riesgo de INUNDABILIDAD** por curso de agua natural en **PRECIPITACIONES ORDINARIAS.**

Villa Urquiza, 28 de Febrero de 2013

PABLO E. WURSTEN
MAESTRO MAYOR DE OBRAS
M.P. N° 5-2773

Figura N°4: Control de producción.



CONTROL DE PRODUCCION

Xylem Water Solutions Argentina S.A.

FLYGT

DEPOSITO	NP 1-6J02	OT 5906721	PR 36JZB	DESTINO LOCAL	PREPARO Gastón Christian	FECHA 06/05/2016
ENSAMBLE	TIPO NP	MODELO 3171-181-2788	CURVA J3-272		Nº SERIE 16JB123	

- [x] ESTANDAR
- [ ] COMP. NIQUELADOS
- [ ] COMP. ACERO INOXIDABLE
- [ ] PINTURA ESPECIAL
- [ ] VAINA PARA CABLE — PVC | Inox
- [x] LONGITUD CABLE 10MTS

TENSION (V): [ ] 220 [ ] 220/380 [x] 380/660 [ ] 260/440 [ ] 230/460 [ ] 220/380/440 [ ] ____

POTENCIA (kW): 22

FRECUENCIA (Hz): [x] 50 [ ] 60

- [x] CONEXION YD 380V
- CHAPA Nº: 002
- OBSERVACIONES:

[x] ESTANQUEIDAD	[ ] ACEITE	[x] REFRIGERANTE	[x] RESISTENCIA DE AISLACION	REALIZO Castillo	FECHA 28/07/2016

ENSAYO	ALTURA (m) 26	CORRIENTE (A) 41	RESISTENCIA DE AISLACION (MΩ) 2000	[ ] BORNERA (2660-2670)	[ ] INSPECCION [x] ACEITE
REALIZO Castillo	FECHA 28-07-16	PROTOCOLO DE ENSAYO (PEF) SI (NO)	NUMERO PEF	SUPERVISO	FECHA

TERMINACION	[x] CONTROL VISUAL	[x] CONTROL PLACA CARACTERISTICA	[x] MANUALES DE MANTENIMIENTO	REALIZO Castillo	FECHA 29/07/16

- [x] MINICAS (SI) NO
- [ ] CAJA DE COMANDO (SI) NO
- [ ] ANODOS DE ZINC (SI) NO
- [x] CONTROL DE EMBALAJE
- [ ] CODO BASE (SI) NO
- [x] CADENA/GRILLETE (SI) NO
- [x] SOPORTE SUPERIOR (SI) NO

REALIZO Sosa — FECHA 29/07/16

F07-01-06 Rev01

Nº SERIE | TIPO | Xylem Water Solutions Argentina S.A. | FLYGT

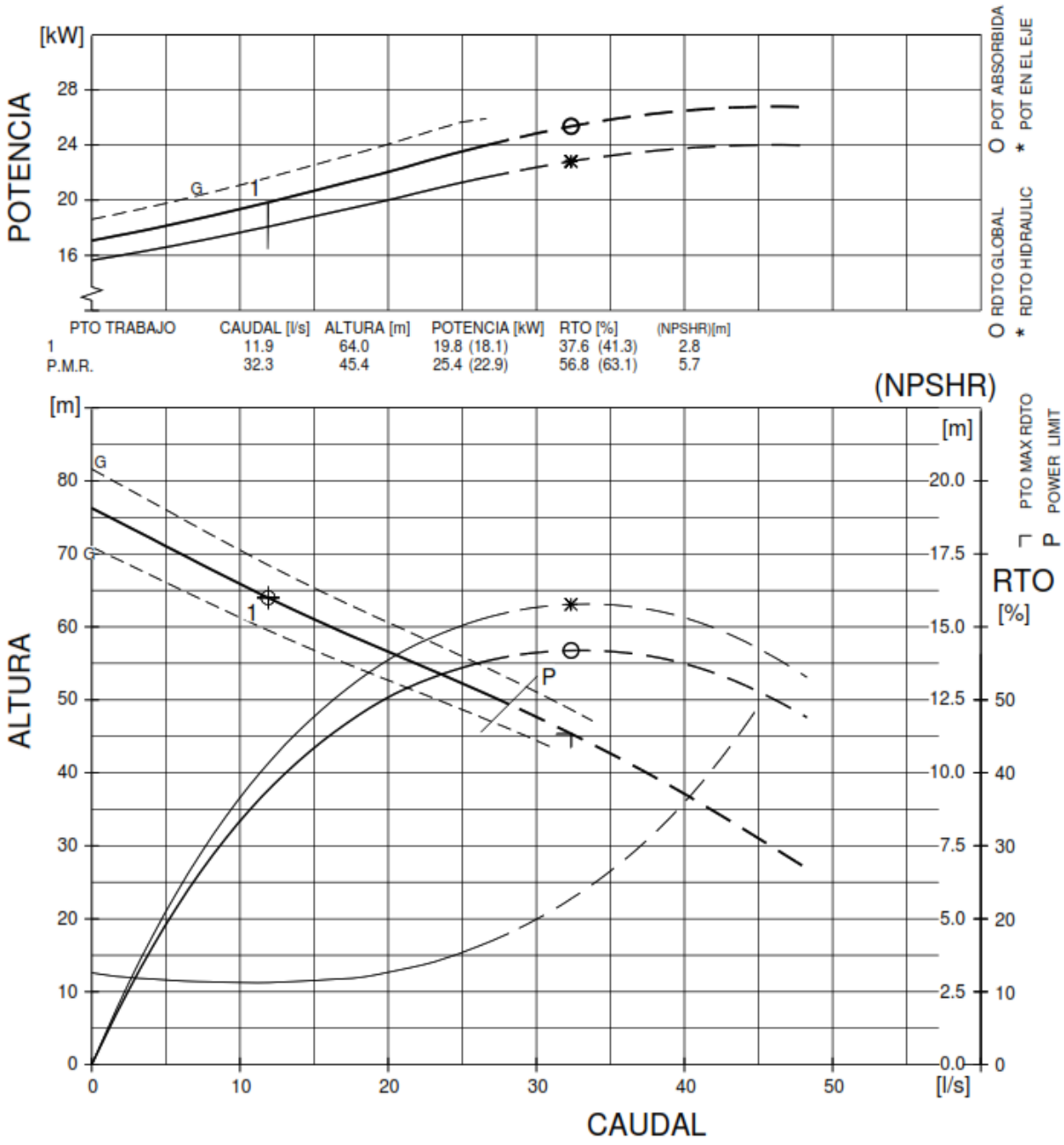
PREPARO | MODELO

FECHA | CURVA

Tabla N°1: Datos de la curva de funcionamiento.

FLYGT	CURVA DE FUNCIONAMIENTO					PRODUCTO		TIPO
						NP3171.181		SH
FECHA	PROYECTO					Nº DE LA CURVA		REVI.
2007-06-04						53-272-00-1070		1
	1/1 CARGA	3/4 CARGA	1/2 CARGA	POTENCIA EJE MOTOR	22 kW	DIÁMETRO IMPULSOR		
						226 mm		
COS PHI MOTOR	0.92	0.89	0.82	CORRIENTE ARRANQUE	273 A	MOTOR	ESTATOR	REV
RENDIMIENTO MOTOR	90.0 %	91.5 %	92.0 %			25-18-2AA	01D	10
RENDIMIENTO	---	---	---	CORRIENTE NOMINAL	38 A			
COMENTARIOS		ENTRADA / SALIDA		VELOCIDAD NOMINAL	2925 rpm	FRECUE. / FASES / VOLTAJE / POLOS		
		-/100 mm				50 Hz / 3 / 400 V / 2		
		PASO IMPULSOR		INERCIA MNTO. TOTAL	0.079 kgm2	REDUCTOR TIPO	RATIO	
		---		Nº DE PALAS	2	---	---	

Figura N°5: Curva de funcionamiento – Potencia y caudal.



ANEXO II: Estudio demográfico

Memoria de cálculo N°1: Aplicación del Método de las tasas geométricas decrecientes.

Memoria de cálculo N°1: Aplicación del Método de las tasas geométricas decrecientes.

A continuación, se observan los datos que se consideraron para la elaboración del proyecto. Como se puede observar, se tomaron en cuenta 2 años (n_a) transcurridos entre el último censo y el año de ejecución del proyecto, y 1 año (n_0) entre el año de ejecución del proyecto y su habilitación.

Periodo de diseño (n)	30 años
Año de ejecución del proyecto	2025 año
Año de habilitación del proyecto	2026 año

Como se mencionó anteriormente, se consideraron como últimos censos los realizados en el año 2001, 2010 y 2022.

AÑOS CENSALES	POBLACION	
2001	P_1	1.566 habitantes
2010	P_2	1.615 habitantes
2022	P_3	1.769 habitantes

La diferencia de años transcurridos entre años censales quedó definida de la siguiente manera:

	n_i
n_1	9 años
n_2	12 años

Uno de los parámetros que se definió fue la tasa media anual para la proyección de la población, la cual se calculó a partir de las tasas medias anuales de los dos últimos periodos intercensales. Por lo tanto, las tasas medias anuales quedaron definidas por las siguientes expresiones:

$$i_I = \sqrt[n_1]{\frac{P_2}{P_1}} - 1 \qquad i_{II} = \sqrt[n_2]{\frac{P_3}{P_2}} - 1$$

Siendo:

- i_I: Tasa media anual de variación de la población durante el penúltimo periodo censal
- i_{II}: Tasa media anual de variación de la población del último periodo censal
- P_1: Numero de habitantes correspondientes al primer censo en estudio
- P_2: Numero de habitantes correspondientes al penúltimo censo en estudio
- P_3: Numero de habitantes correspondientes al último censo
- n_1: Numero de años del periodo censal entre el primer y segundo censo

- n_2: Numero de años del periodo censal entre el segundo y último censo

Se obtuvieron, por lo tanto, las tasas de variación promedio media anual entre censos. Dado que $i_{II} < i_I$ la tasa media anual de proyección queda definida como i_{II}:

I		
i_I	0,0034	0,34%
i_{II}	0,0076	0,76%
i	0,0055	0,55%

Para el intervalo comprendido entre el último censo y el año inicial del perdido de diseño, asi como para el primer subperiodo de n_1 años, se efectúo la proyección utilizando las tasas medias anuales del último periodo intercensal, aplicando las siguientes expresiones:

$$P_a = P_3.(1+i)^{na}$$

$$P_o = P_a.(1+i)^{no}$$

$$P_n = P_o.(1+i)^{n}$$

Siendo:

- P_a: Estimación de la población existente a la fecha de ejecución del proyecto.
- P_o: Estimación de la población existente a la fecha de habilitación del proyecto.
- P_n: Estimaciones de la población al año “n”.
- i: Tasa media anual de proyección.
- n_a: Numero de años transcurridos entre el último censo y la fecha de ejecución del proyecto.
- n_o: Numero de años transcurridos entre la fecha de ejecución del proyecto y la habilitación del sistema.

Para cada subperiodo, se determinó la tasa media anual de proyección comparando los valores de las tasas medias históricas i_I e i_{II}. Considerando que los datos de los tres últimos censos, i_I correspondería a la calculada con los dos primeros valores, e i_{II} con los dos últimos. Si i_I resultaba menor que i_{II}, la tasa utilizada en la proyección del primer subperiodo debía ser igual al promedio entre ambas, resultando:

$$P_1 = P_o\left(1+\left(\frac{i_I + i_{II}}{2}\right)\right)^{n_1}$$

En el caso que i_I resultara mayor que i_{II}, la tasa de proyección debía ser igual al valor de i_{II}:

$$P_1 = P_o\,(1+i_{II})^{n_1}$$

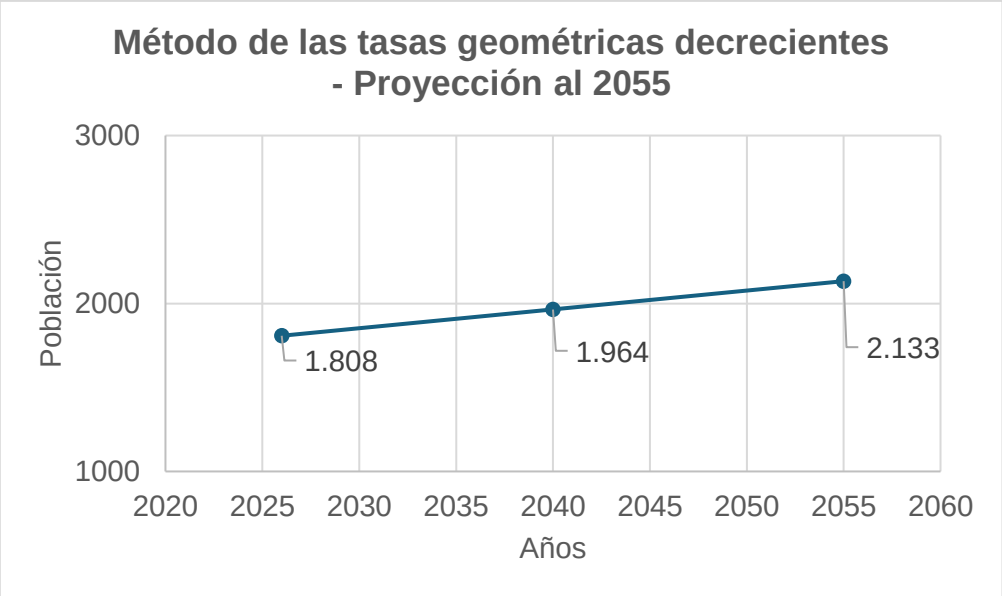
La población existente a la fecha de ejecución del proyecto quedó definida como:

$$P_a = 1.798 \text{ habitantes}$$

Las estimaciones de población para el periodo de diseño dado y subperiodos quedaron definidas en siguiente tabla.

Año	P	n_i	Tasa de incremento interanual (i)
2026	1.808	-	-
2040	1.964	15	0,76%
2055	2.133	15	0,76%

Los valores obtenidos para el método de las tasas medias anuales de proyección presentan un comportamiento del tipo exponencial, como lo venían teniendo los valores obtenidos de los censos de los años anteriores.



ANEXO III: Cálculo de la demanda y los caudales

Planilla N°1: Tabla de demandas y dotaciones de agua.

Planilla N°1: Tabla de demandas y dotaciones de agua.

ítems	Unidad	Descripción	2024	2026	2040	2055
Demanda residencial						
Demanda domestica						
Población	hab	N° de habitantes	1.796	1.808	1.964	2.133
Porcentaje cubierto con medidores	%	Porcentaje	25,00%	25,17%	27,35%	29,71%
Dotación efectiva de consumo por habitante	l/hab*día	Dot. Diaria Ef. Cons.	300	300	300	300
Incidencia turística						
Población flotante diaria						
Población flotante diaria	Visitantes	N° de visitantes diarios	3.000	3.021	3.282	3.565
Dotación por turista	l/vis*día	Dot. Diaria (ag/Vis. diario)	50	50	50	50
Escuelas						
Esc. Priv. Manuel Dorrego Nº15						
Cantidad de alumnos	alumnos	N° de alumnos	190	192	209	227
Cantidad de personal (docente y no docente)	personal	N° del personal	20	21	23	25
Esc. Nº 36 Gral.Gregorio Araoz De Lamadrid						
Cantidad de alumnos	alumnos	N° de alumnos	150	152	166	181
Cantidad de personal (docente y no docente)	personal	N° del personal	15	16	18	20
E.S.A. Nº84 "El Estibador"						
Cantidad de alumnos	alumnos	N° de alumnos	165	167	182	198
Cantidad de personal (docente y no docente)	personal	N° del personal	15	16	18	20
Esc. Agrotécnica Nº39						
Cantidad de alumnos	alumnos	N° de alumnos	200	202	220	239
Cantidad de personal (docente y no docente)	personal	N° del personal	40	41	45	49
Residentes	Residentes	N° de residentes	25	26	29	32
Zona de huerta y riego	m2	Superficie destinada	3.600	3.625	3.938	4.277
Vacas	vacas	N° de vacas	30	31	34	37
Gallinas	gallinas	N° de gallinas	80	81	88	96
Cerdos	cerdos	N° de cerdos	25	26	29	32
Dotación por alumno	l/al*día	Dot. Diaria (ag/al)	40	40	40	40

ítems	Unidad	Descripción	2024	2026	2040	2055
Dotación por personal	l/pers*día	Dot. Diaria (ag/personal.)	75	75	75	75
Dotación por residente	l/res.*día	Dot. Diaria (ag/residente.)	250	250	250	250
Dotación por m2 de huerta	l/m2.*día	Dot. Diaria (ag/m2.)	5	5	5	5
Dotación por vaca	l/vaca.* día	Dot. Diaria (ag/vaca.)	50	50	50	50
Dotación por gallina	l/gallina.* día	Dot. Diaria (ag/gallina.)	1	1	1	1
Dotación por cerdo	l/cerdo.* día	Dot. Diaria (ag/cerdo.)	15	15	15	15
Centro de salud						
Centro transitorio Ibañez						
N° de pacientes transitorios	Pacien-tes	N° pac. Tr.	50	51	56	61
N° de empleados	Emplea-dos	N° de empleados.	15	16	18	20
Dotación por paciente transitorio	l/pac*día	Dot. Diaria (ag/pac. Tr.)	5	5	5	5
Dotación por empleados	l/empl.* día	Dot. Diaria (ag/empl.)	50	50	50	50
Oficinas Públicas						
Registro civil						
N° de empleados	Emplea-dos	N° de empleados.	10	11	12	14
IOSPER						
N° de empleados	Emplea-dos	N° de empleados.	15	16	18	20
Juzgado de paz						
N° de empleados	Emplea-dos	N° de empleados.	10	11	12	14
Municipalidad						
N° de empleados	Emplea-dos	N° de empleados.	25	26	29	32
Dotación por empleado	l/empl.* día	Dot. Diaria (ag/empl.)	49	49	49	49
Complejos de cabañas						
Cabañas "Los Arboles"						
N° de huéspedes	Huéspe-des	N° de huéspedes.	65	66	72	79
N° de empleados	Emplea-dos	N° de empleados.	5	6	7	8
Cabañas "El Olivo"						
N° de huéspedes	Huéspe-des	N° de huéspedes.	60	61	67	73

ítems	Unidad	Descripción	2024	2026	2040	2055
N° de empleados	Emplea-dos	N° de empleados.	5	6	7	8
Bungalows Villa Urquiza Spa						
N° de huespedes	Huéspe-des	N° de huéspedes.	65	66	72	79
N° de empleados	Emplea-dos	N° de empleados.	5	6	7	8
Bungalows "Las Marias"						
N° de huespedes	Huéspe-des	N° de huéspedes.	60	61	67	73
N° de empleados	Emplead os	N° de empleados.	6	7	8	9
Cabañas "Mitacha"						
N° de huespedes	Huéspe-des	N° de huéspedes.	65	66	72	79
N° de empleados	Emplea-dos	N° de empleados.	4	5	6	7
Complejo "Los Aromos"						
N° de huespedes	Huéspe-des	N° de huéspedes.	65	66	72	79
N° de empleados	Emplea-dos	N° de empleados.	6	7	8	9
Cabañas "los Ceibos"						
N° de huespedes	Huéspe-des	N° de huéspedes.	60	61	67	73
N° de empleados	Emplea-dos	N° de empleados.	5	6	7	8
Cabañas "Casa de Campo"						
N° de huespedes	Huéspe-des	N° de huéspedes.	60	61	67	73
N° de empleados	Emplea-dos	N° de empleados.	5	6	7	8
Dotación por huésped	l/huésp.* día	Dot. Diaria (ag/huésped.)	300	300	300	300
Dotación por empleado	l/empl.* día	Dot. Diaria (ag/empl.)	38	38	38	38
Restaurantes						
Urquiza Río						
N° de clientes	clientes	N° de clientes.	25	26	29	32
N° de empleados	Emplea-dos	N° de empleados.	4	5	6	7
Bar Imperio						
N° de clientes	clientes	N° de clientes.	25	26	29	32
N° de empleados	Emplea-dos	N° de empleados.	4	5	6	7

ítems	Unidad	Descripción	2024	2026	2040	2055
Punto X						
N° de clientes	clientes	N° de clientes.	20	21	23	25
N° de empleados	Emplea-dos	N° de empleados.	4	5	6	7
El Buen Comer						
N° de clientes	clientes	N° de clientes.	20	21	23	25
N° de empleados	Emplea-dos	N° de empleados.	4	5	6	7
Terraza						
N° de clientes	clientes	N° de clientes.	20	21	23	25
N° de empleados	Emplea-dos	N° de empleados.	3	4	5	6
Lo de Cassiano						
N° de clientes	clientes	N° de clientes.	25	26	29	32
N° de empleados	Emplea-dos	N° de empleados.	3	4	5	6
Comedor el Cacique						
N° de clientes	clientes	N° de clientes.	25	26	29	32
N° de empleados	Emplea-dos	N° de empleados.	4	5	6	7
Kaizen Beer & Food						
N° de clientes	clientes	N° de clientes.	20	21	23	25
N° de empleados	Emplea-dos	N° de empleados.	4	5	6	7
Patio Cervecero						
N° de clientes	clientes	N° de clientes.	30	31	34	37
N° de empleados	Emplea-dos	N° de empleados.	5	6	7	8
Dotación por cliente	l/clien.* día	Dot. Diaria (ag/clien.)	34	34	34	34
Dotación por empleado	l/empl.* día	Dot. Diaria (ag/empl.)	49	49	49	49
Otras demandas						
Porcentaje de agua contabilizada						
Porcentaje considerado	%	Porcentaje de A.N.C	30%	30%	30%	30%
Grifos públicos						
Consumo por usuario	l/usuario	Dot. Diaria (ag/usuario)	19	20	22	24
Usuarios casuales considerados por día	N°	N° usuarios. = 5% Pob. Tot	90	91	99	108

ANEXO IV: Análisis de la captación de agua cruda

Planilla N°1: Datos históricos de la estación 3.050 – Paraná – Túnel Subfluvial.

Planilla N°2: Variación de alturas hidrométricas por año

Planilla N°3: Calculo de frecuencias de alturas diarias.

Memoria de cálculo N°1: Flotación del muelle de toma.

Planilla N°1: Datos históricos de la estación 3050 – Paraná – Túnel Subfluvial

Fecha y Hora	Altu-ra	Caudal Líquido	Fecha y Hora	Altura	Caudal Líquido	Fecha y Hora	Altura	Caudal Líquido
-	m	m^3/s	-	m	m^3/s	-	m	m^3/s
4/3/1983 10:00	6,22	26.320,4	11/9/1998 12:00	4,59	19.395,5	8/3/2013 10:39	2,9	14.238,4
11/3/1983 10:00	6,46	28.155,2	9/11/1998 12:00	5,29	21.626,8	10/4/2013 10:46	3,18	14.851,6
21/3/1983 10:00	6,63	27.528,1	6/1/1999 12:00	2,84	14.311,5	14/5/2013 11:23	3,48	15.410,0
25/3/1983 10:00	6,53	27.049,3	3/3/1999 08:30	4,18	18.299,6	17/6/2013 10:07	3,3	15.339,1
6/4/1983 10:00	6,34	25.984,0	27/4/1999 09:00	4,12	18.562,2	19/7/2013 10:08	4,42	18.365,5
12/4/1983 10:00	6,18	24.020,9	27/5/1999 10:00	3,46	16.340,5	21/8/2013 10:06	3,63	15.899,5
20/4/1983 10:00	5,84	24.997,9	9/6/1999 10:00	3,17	15.204,2	18/9/2013 10:55	2,44	13.123,4
26/4/1983 10:00	5,69	21.533,7	13/7/1999 09:00	3,88	17.180,4	20/11/2013 10:32	2,99	14.153,3
12/5/1983 10:00	6,12	24.656,5	2/9/1999 09:00	2,51	12.708,2	14/1/2014 10:28	2,39	13.082,1
24/5/1983 10:00	6,42	25.924,8	6/11/1999 09:00	1,78	11.058,7	20/2/2014 11:02	2,86	13.853,4
1/6/1983 10:00	6,62	27.363,0	24/1/2000 18:00	1,87	11.053,4	20/3/2014 11:01	2,24	12.539,7
7/6/1983 10:00	6,7	29.095,5	29/2/2000 10:00	2,02	12.198,1	3/4/2014 12:19	3,48	15.020,6
16/6/1983 10:00	6,48	28.612,1	28/3/2000 10:00	2,7	14.189,1	9/5/2014 10:59	3,55	15.924,4
22/6/1983 10:00	6,44	27.304,2	5/4/2000 10:00	2,78	14.312,6	24/6/2014 10:50	4,19	17.471,4
29/6/1983 10:00	6,77	34.730,6	31/5/2000 10:00	3,12	15.059,8	7/7/2014 11:56	4,78	18.961,4
5/7/1983 10:00	6,83	32.872,0	15/6/2000 12:00	2,83	15.032,8	7/7/2014 13:09	4,78	37,4
14/7/1983 10:00	6,52	31.840,7	28/7/2000 12:00	3,02	14.654,0	7/7/2014 13:42	4,78	78,7
19/7/1983 10:00	6,32	30.197,9	11/8/2000 12:00	2,62	14.428,6	27/8/2014 11:16	4,18	17.400,0
28/7/1983 10:00	6,71	32.850,2	21/9/2000 16:00	2,88	14.559,8	11/9/2014 12:54	3,54	16.261,1
9/8/1983 10:00	6,05	30.538,0	4/1/2001 10:00	2,75	14.058,5	13/11/2014 10:33	3,23	15.228,9
18/8/1983 10:00	5,7	22.866,2	27/2/2001 11:30	3,91	16.824,2	16/1/2015 11:05	4,21	18.212,7
23/8/1983 10:00	5,41	22.305,9	26/3/2001 14:00	4,09	16.664,6	18/2/2015 11:32	3,44	15.557,5
2/9/1983 10:00	5,04	20.201,8	9/4/2001 16:15	3,69	15.579,8	17/3/2015 11:00	3,54	15.522,7

Fecha y Hora	Altu-ra	Caudal Líquido	Fecha y Hora	Altura	Caudal Líquido	Fecha y Hora	Altura	Caudal Líquido
-	m	m^3/s	-	m	m^3/s	-	m	m^3/s
19/10/1983 10:00	5,39	22.488,7	16/5/2001 11:28	3,17	14.743,0	27/4/2015 12:19	2,63	13.639,6
2/11/1983 10:00	5,01	19.182,9	19/6/2001 12:09	2,49	13.399,8	19/5/2015 10:22	2,85	14.300,9
9/11/1983 10:00	5,09	18.988,2	10/7/2001 12:29	1,95	12.074,4	11/6/2015 10:33	3,17	14.993,0
18/11/1983 10:00	5	22.974,8	29/8/2001 11:37	1,34	10.497,7	17/7/2015 10:48	3,49	16.789,9
24/11/1983 10:00	4,83	19.799,8	6/9/2001 16:11	1,31	10.390,3	24/8/2015 10:50	4,37	18.001,1
30/11/1983 10:00	4,71	18.936,2	16/11/2001 10:23	2,02	11.777,8	15/9/2015 10:18	3	14.395,1
6/12/1983 10:00	4,61	19.724,1	30/1/2002 15:37	1,86	11.918,6	25/11/2015 09:30	3,7	16.544,1
19/12/1983 10:00	4,56	18.422,6	7/2/2002 10:30	2,9	14.495,5	5/1/2016 14:20	6,23	27.445,4
11/1/1984 10:00	4,3	16.944,4	21/3/2002 11:39	3,76	16.671,3	2/2/2016 12:09	5,92	24.193,7
17/1/1984 10:00	4,43	17.344,3	3/4/2002 15:50	3,39	15.413,5	30/3/2016 10:39	5,49	20.671,0
2/2/1984 10:00	4,63	20.088,2	3/5/2002 10:01	4,08	17.113,0	25/4/2016 09:00	5,56	21.321,7
7/2/1984 10:00	4,61	20.548,0	15/6/2002 10:04	3,94	16.601,8	30/5/2016 12:46	4,19	17.747,0
16/2/1984 10:00	4,64	17.005,0	10/7/2002 09:25	3,4	15.184,7	24/6/2016 12:11	4,28	18.682,4
7/3/1984 10:00	4,08	15.777,0	5/8/2002 11:09	2,67	13.422,0	21/7/2016 11:48	4,06	17.403,1
19/3/1984 10:00	3,36	14.224,7	3/9/2002 14:27	2,6	13.455,5	23/8/2016 11:14	2,65	13.958,0
29/3/1984 10:00	3,04	13.627,7	4/11/2002 11:17	3,14	15.479,8	21/9/2016 10:52	3,02	14.992,8
15/5/1984 10:00	3,66	16.209,8	28/1/2003 10:36	3,33	14.812,9	25/11/2016 11:08	3,1	15.002,2
22/5/1984 10:00	3,83	17.584,5	12/3/2003 18:20	4,33	17.767,4	18/1/2017 12:33	3,76	16.383,5
14/6/1984 10:00	3,8	17.392,6	7/4/2003 15:45	4,38	17.933,2	8/2/2017 09:00	2,71	14.024,2
28/6/1984 10:00	3,84	17.133,6	27/5/2003 08:00	3,18	13.868,5	27/3/2017 09:30	3,17	15.827,9
6/7/1984 10:00	4,04	18.075,8	13/6/2003 11:52	2,61	12.821,9	11/4/2017 10:50	2,79	14.149,7
25/7/1984 10:00	3,34	15.008,0	15/7/2003 11:00	2,02	11.625,7	5/5/2017 11:08	3,88	17.780,4
24/8/1984 10:00	3,19	13.398,7	11/8/2003 10:53	1,99	11.531,7	5/5/2017 11:52	3,88	17.780,4
18/10/1984 10:00	3,21	12.981,4	9/9/2003 10:56	1,93	11.358,5	9/6/2017 11:03	4,66	19.372,0

Fecha y Hora	Altu-ra	Caudal Líquido	Fecha y Hora	Altura	Caudal Líquido	Fecha y Hora	Altura	Caudal Líquido
-	m	m^3/s	-	m	m^3/s	-	m	m^3/s
15/11/1984 10:00	3,45	16.044,3	4/11/2003 11:43	2,52	13.304,1	5/7/2017 10:52	4,97	20.494,7
10/1/1985 10:00	3,7	16.566,5	7/1/2004 11:57	3,82	16.532,6	4/8/2017 10:29	3,3	15.239,2
6/2/1985 10:00	3,34	15.571,6	12/2/2004 11:36	2,45	12.759,1	20/9/2017 11:21	2,27	12.820,7
27/2/1985 10:00	4,1	19.074,6	9/3/2004 11:22	1,85	11.359,2	20/10/2017 09:37	2,94	15.014,5
13/3/1985 10:00	4,63	21.177,2	27/4/2004 11:15	2,18	12.138,2	10/11/2017 18:24	3,49	16.778,2
27/3/1985 10:00	4,29	19.779,8	12/5/2004 10:31	2,35	12.602,3	17/1/2018 09:30	3,49	16.439,6
9/4/1985 10:00	4,8	20.720,9	25/6/2004 10:42	3	14.076,5	16/2/2018 10:13	4,37	18.913,6
21/8/1985 10:00	3,8	17.449,8	26/7/2004 11:34	2,91	14.148,9	22/3/2018 10:00	4,08	17.448,2
11/10/1985 10:00	3,29	15.410,0	2/8/2004 11:24	3,2	15.030,4	24/4/2018 12:00	4,01	17.372,3
2/12/1985 10:00	2,01	8.993,4	2/9/2004 11:46	2,2	12.489,9	29/5/2018 13:00	3,5	16.570,0
11/12/1985 10:00	1,88	11.240,1	26/11/2004 10:37	3,84	17.149,7	18/6/2018 12:00	2,53	13.638,0
7/1/1986 10:00	1,46	10.034,9	4/1/2005 10:55	3,55	15.453,4	23/7/2018 12:00	2,04	12.356,4
24/7/1986 10:00	3,99	18.412,4	3/2/2005 11:42	3,48	15.315,5	3/8/2018 10:51	1,8	11.692,5
26/8/1986 10:00	3,05	14.498,8	2/3/2005 10:57	3,91	15.708,6	3/9/2018 10:30	2,02	12.561,6
26/9/1986 10:00	2,5	12.750,6	8/4/2005 10:53	2,28	12.084,3	10/10/2018 10:43	2,55	13.898,2
13/10/1986 10:00	3,31	14.889,6	12/5/2005 11:50	2,5	12.849,2	20/11/2018 09:50	4,21	18.314,3
7/11/1986 10:00	2,62	13.008,8	2/6/2005 10:58	3,02	14.349,4	21/1/2019 11:20	4,59	19.142,3
12/2/1987 10:00	3	13.836,1	14/7/2005 10:20	3,02	14.190,8	25/2/2019 10:00	3,38	15.497,8
29/4/1987 10:00	3,97	17.979,5	3/8/2005 10:04	2,32	12.531,5	15/3/2019 10:05	2,85	14.325,0
5/6/1987 10:00	4,59	21.625,7	23/9/2005 10:17	2,16	12.442,7	16/4/2019 10:20	3,25	15.536,7
12/6/1987 10:00	5,16	24.155,6	15/11/2005 11:37	3,72	16.113,9	10/5/2019 10:00	3,75	16.858,6
16/6/1987 10:00	5,39	25.519,6	19/1/2006 12:45	2,66	13.344,3	19/6/2019 12:00	4,57	18.939,6
9/9/1987 10:00	2,8	16.695,2	2/2/2006 10:21	2,62	13.400,8	15/7/2019 10:00	3,55	16.070,1
17/9/1987 10:00	2,55	14.623,4	21/3/2006 12:56	2,91	14.355,2	8/8/2019 09:30	2,73	14.170,3

Fecha y Hora	Altu-ra	Caudal Líquido	Fecha y Hora	Altura	Caudal Líquido	Fecha y Hora	Altura	Caudal Líquido
-	m	m^3/s	-	m	m^3/s	-	m	m^3/s
7/6/1988 10:00	3,71	18.188,3	11/4/2006 10:48	3,27	14.965,2	6/9/2019 09:30	1,65	11.370,9
16/6/1988 10:00	4,01	18.793,4	19/5/2006 12:18	2,34	12.393,9	29/10/2019 12:40	1,3	10.646,1
17/8/1988 10:00	3,5	17.136,4	8/6/2006 12:01	2,64	13.855,8	5/11/2019 13:18	1,67	11.489,8
8/9/1988 10:00	3,1	16.991,6	18/7/2006 11:23	2,04	12.298,1	24/1/2020 11:52	2,3	13.119,4
6/10/1988 10:00	3,38	17.201,9	7/8/2006 11:34	1,95	11.916,7	7/2/2020 09:30	2,25	12.804,7
27/10/1988 10:00	1,64	11.789,8	18/9/2006 12:45	1,61	11.286,4	20/3/2020 14:40	1,7	11.551,8
4/11/1988 10:00	2,08	12.470,3	4/10/2006 11:43	2,36	13.330,3	18/4/2020 16:00	0,64	8.798,2
10/11/1988 10:00	2,42	13.972,3	21/11/2006 11:45	2,74	13.881,9	7/5/2020 10:10	0,58	8.851,8
16/2/1989 11:00	3,62	18.051,4	15/12/2006 11:30	2,71	13.790,5	10/6/2020 13:00	1,01	10.068,8
5/4/1989 10:00	3,94	18.427,9	12/1/2007 12:31	3,32	15.108,4	17/7/2020 11:00	1,32	11.318,5
28/9/1989 10:00	4,22	16.467,5	2/2/2007 11:06	3,92	16.597,5	19/8/2020 10:30	0,85	9.440,6
4/10/1989 10:00	4,45	17.744,2	15/3/2007 10:10	5,3	19.836,6	30/9/2020 11:30	0,9	9.610,5
13/10/1989 10:00	4,65	17.943,1	22/3/2007 12:08	5,26	19.808,2	3/11/2020 10:00	0,53	8.671,9
14/12/1989 11:00	2,77	13.131,8	18/4/2007 14:29	4,13	16.696,8	6/1/2021 11:30	0,9	9.821,8
27/4/1990 10:00	3,72	18.684,1	3/5/2007 11:34	3,75	15.974,9	4/2/2021 09:05	2,65	13.887,9
3/10/1990 10:00	4,65	21.762,9	5/6/2007 11:35	4,01	17.342,4	12/3/2021 11:10	2,25	12.892,6
12/9/1991 10:00	2,29	12.802,5	23/7/2007 11:33	2,42	13.017,8	7/4/2021 10:43	1,95	12.400,9
12/5/1992 10:00	4,99	23.092,2	1/8/2007 11:18	2,56	13.246,4	28/5/2021 10:30	0,57	8.752,4
22/5/1992 10:00	5,38	25.307,3	14/9/2007 12:00	2,11	12.266,7	11/6/2021 10:15	0,29	8.283,3
1/6/1992 10:00	5,57	25.734,0	19/10/2007 11:11	2,14	12.443,0	2/7/2021 13:28	0,09	8.336,2
13/6/1992 10:00	6,01	29.896,5	7/11/2007 09:30	2,27	12.733,0	22/7/2021 14:45	-0,31	7.582,2
18/6/1992 10:00	6,73	36.785,7	3/12/2007 11:14	2,8	13.552,9	29/7/2021 13:20	-0,23	7.763,2
24/6/1992 10:00	6,85	35.780,3	9/1/2008 08:55	2,35	12.914,0	2/8/2021 10:30	-0,25	7.678,2
15/7/1992 10:00	5,44	24.744,8	4/2/2008 09:29	2,52	13.257,7	12/8/2021 12:30	-0,32	7.584,0

Fecha y Hora	Altu-ra	Caudal Líquido	Fecha y Hora	Altura	Caudal Líquido	Fecha y Hora	Altura	Caudal Líquido
-	m	m^3/s	-	m	m^3/s	-	m	m^3/s
27/9/1993 10:30	2,26	11.151,7	7/3/2008 10:04	2,72	13.513,6	18/8/2021 12:15	-0,45	7.437,7
4/11/1993 08:00	4,7	20.398,5	23/4/2008 11:12	3,02	14.602,5	26/8/2021 13:00	-0,37	7.382,7
12/1/1994 10:00	2,9	12.766,6	12/5/2008 11:14	3,32	15.264,3	1/9/2021 11:50	-0,26	7.630,4
24/2/1994 08:00	4,12	19.304,7	12/6/2008 13:18	2,4	13.039,3	11/9/2021 14:10	0,58	9.589,7
10/3/1994 13:00	4,29	18.722,5	1/7/2008 12:08	2,55	13.889,6	17/9/2021 14:10	0,6	9.373,1
19/4/1994 12:00	3,27	15.271,6	20/8/2008 12:27	2,74	14.508,1	24/9/2021 13:50	0,43	9.045,6
12/5/1994 08:00	3,1	14.881,8	3/9/2008 12:25	2,8	14.478,6	1/10/2021 13:50	0,13	8.385,4
27/6/1994 10:00	3,76	17.493,8	11/11/2008 10:12	3,22	16.018,9	6/10/2021 13:00	-0,09	7.847,1
28/7/1994 09:00	4,32	18.027,2	12/1/2009 11:30	1,24	10.616,8	14/10/2021 13:43	0,49	9.227,4
17/8/1994 10:00	3,26	15.304,3	9/2/2009 12:11	1,83	11.742,9	21/10/2021 14:10	0,96	9.969,7
8/9/1994 09:00	2,23	12.691,3	6/3/2009 15:54	2,6	13.000,8	28/10/2021 12:33	1,48	11.132,2
17/11/1994 08:30	3,24	15.630,6	3/4/2009 11:47	2	12.094,4	12/11/2021 14:16	1,4	11.125,8
3/1/1995 10:15	2,65	11.929,0	26/5/2009 14:46	1,22	10.261,2	18/11/2021 14:05	1,16	10.427,0
13/2/1995 08:00	4,62	20.200,9	22/6/2009 11:49	1,79	11.673,5	26/11/2021 11:50	0,79	9.546,1
21/3/1995 11:00	5,56	24.320,2	2/7/2009 11:13	1,93	12.111,9	4/1/2022 14:10	-0,36	7.331,6
4/4/1995 08:00	5,24	21.570,1	5/8/2009 11:12	2,66	13.827,2	14/1/2022 13:10	-0,35	7.442,2
26/5/1995 08:00	3,91	17.572,6	4/9/2009 15:19	2,7	13.728,6	20/1/2022 13:50	-0,21	7.806,0
7/6/1995 08:00	3,5	15.235,7	10/11/2009 11:43	4,02	16.940,5	27/1/2022 16:50	-0,34	7.363,7
4/7/1995 08:00	2,88	14.043,2	7/1/2010 13:48	5,07	19.574,0	3/2/2022 11:50	-0,12	7.783,3
3/8/1995 09:00	3,08	14.292,0	5/2/2010 11:30	5,54	21.156,0	10/2/2022 13:10	-0,25	7.685,2
7/9/1995 09:00	2,39	12.809,9	8/3/2010 11:36	5,18	19.960,7	15/2/2022 12:35	-0,21	7.727,7
20/11/1995 09:00	3,1	14.455,8	27/4/2010 11:46	4,37	17.753,1	17/2/2022 12:25	-0,01	8.199,9
30/1/1996 08:00	2,76	14.029,8	13/5/2010 10:26	4,32	17.857,7	26/2/2022 12:35	0,03	8.162,0
22/2/1996 08:30	3,78	17.350,1	25/6/2010 10:20	3,41	15.191,5	1/3/2022 10:20	0,02	8.123,1

Fecha y Hora	Altu-ra	Caudal Líquido	Fecha y Hora	Altura	Caudal Líquido	Fecha y Hora	Altura	Caudal Líquido
-	m	m^3/s	-	m	m^3/s	-	m	m^3/s
25/3/1996 09:00	3,74	16.637,8	15/7/2010 11:09	2,65	13.550,0	31/3/2022 11:20	1,19	10.848,6
1/4/1996 09:00	3,79	17.223,9	5/8/2010 10:55	2,99	14.665,1	12/4/2022 15:18	1,47	11.419,4
2/5/1996 09:00	4,47	19.093,8	9/9/2010 11:03	2,34	13.144,1	28/4/2022 12:50	2,03	12.604,4
19/6/1996 08:30	2,86	14.607,6	10/11/2010 10:06	2,37	13.123,5	12/5/2022 12:35	1,93	12.417,1
23/7/1996 08:30	2,72	14.049,8	11/1/2011 10:03	2,78	13.869,8	27/5/2022 12:20	1,61	11.647,2
27/8/1996 08:30	1,97	11.743,7	2/2/2011 10:49	3,11	14.863,6	27/6/2022 13:50	1,97	12.331,9
26/9/1996 12:00	2,27	12.342,7	28/3/2011 10:36	4,28	17.968,1	19/7/2022 11:00	0,92	10.236,3
7/11/1996 08:00	4,33	18.721,9	7/4/2011 10:35	4,45	18.347,1	5/8/2022 14:15	0,82	9.975,9
7/1/1997 07:00	4,14	18.372,6	11/5/2011 10:30	4,44	17.912,4	12/8/2022 12:25	0,9	9.973,6
27/2/1997 07:00	5,92	27.207,6	16/6/2011 10:30	2,78	14.044,7	29/8/2022 12:35	1,34	11.048,0
1/3/1997 07:30	5,95	27.471,5	5/7/2011 12:19	2,71	13.690,4	16/9/2022 12:30	0,82	9.768,9
3/4/1997 07:00	4,31	17.930,8	4/8/2011 11:08	3,24	15.426,6	11/11/2022 12:15	3,3	16.220,3
7/5/1997 07:00	2,66	13.255,6	8/9/2011 10:24	3,96	17.309,4	10/1/2023 13:50	0,39	8.619,7
28/6/1997 08:00	3,56	15.864,9	4/11/2011 10:44	3,62	15.826,1	27/2/2023 13:10	2,75	14.910,7
2/7/1997 08:00	3,77	16.504,2	4/1/2012 12:16	2,42	12.707,2	18/4/2023 13:00	3,23	15.469,8
14/8/1997 08:00	3,85	17.137,3	14/2/2012 10:50	2,47	13.093,1	30/5/2023 13:50	2,36	12.990,6
16/9/1997 08:00	3,36	15.819,7	22/3/2012 11:10	2,28	12.516,0	30/6/2023 12:20	1,79	12.158,0
7/11/1997 08:00	4,69	19.949,5	19/4/2012 11:09	2,24	12.516,0	31/7/2023 13:40	1,64	11.220,8
15/1/1998 07:00	5,36	22.579,1	14/5/2012 10:30	2,96	14.624,6	24/8/2023 12:15	1,56	11.672,0
13/2/1998 08:30	5,01	20.858,7	13/6/2012 14:43	2,66	14.017,2	28/9/2023 12:30	2,3	13.310,0
25/3/1998 09:30	5,44	22.547,5	18/7/2012 11:13	3,66	16.218,3	23/11/2023 16:20	4,48	19.825,3
29/4/1998 09:00	6,62	33.120,4	29/8/2012 11:12	2,68	13.744,9	11/1/2024 12:00	4,5	19.861,3
20/5/1998 14:12	6,5	27.343,1	20/9/2012 10:37	2	12.184,8	20/2/2024 15:27	1,53	11.311,8
1/6/1998 10:00	5,91	25.926,5	15/11/2012 10:32	2,53	13.110,0	21/3/2024 13:50	1,85	12.246,8

Fecha y Hora	Altu-ra	Caudal Líquido	Fecha y Hora	Altura	Caudal Líquido	Fecha y Hora	Altura	Caudal Líquido
-	m	m^3/s	-	m	m^3/s	-	m	m^3/s
16/7/1998 08:30	4,36	17.800,9	11/1/2013 10:58	2,47	13.144,8	4/4/2024 12:11	1,58	11.518,5
6/8/1998 10:00	3,78	16.293,6	22/2/2013 10:25	2,09	12.458,2	27/5/2024 13:30	2,37	13.347,4
						13/6/2024 16:10	1,7	11.572,4

Planilla N°2: Variación de alturas hidrométricas por año

Año	Alturas máximas anuales m	Alturas mínimas anuales m	Media m	Media móvil $h_{mín}$ m	Media móvil $h_{máx}$ m
1983	6,83	4,56	5,70	-	-
1984	4,64	3,04	3,84	-	-
1985	4,80	1,88	3,34	-	-
1986	3,99	1,46	2,73	-	-
1987	5,39	2,55	3,97	-	-
1988	4,01	1,64	2,83	2,70	5,13
1989	4,65	2,77	3,71	2,11	4,57
1990	4,65	3,72	4,19	2,06	4,57
1991	2,29	2,29	2,29	2,43	4,54
1992	6,85	4,99	5,92	2,59	4,20
1993	4,70	2,26	3,48	3,08	4,49
1994	4,32	2,23	3,28	3,21	4,63
1995	5,56	2,39	3,98	3,10	4,56
1996	4,47	1,97	3,22	2,83	4,74
1997	5,95	2,66	4,31	2,77	5,18
1998	6,62	3,78	5,20	2,30	5,00
1999	4,18	1,78	2,98	2,61	5,38
2000	3,12	1,87	2,50	2,52	5,36
2001	4,09	1,31	2,70	2,41	4,87
2002	4,08	1,86	2,97	2,28	4,79
2003	4,38	1,93	3,16	2,12	4,42
2004	3,84	1,85	2,85	1,75	3,97
2005	3,91	2,16	3,04	1,76	3,90
2006	3,27	1,61	2,44	1,82	4,06
2007	5,30	2,11	3,71	1,88	3,90
2008	3,32	2,35	2,84	1,93	4,14
2009	4,02	1,22	2,62	2,02	3,93
2010	5,54	2,34	3,94	1,89	3,96
2011	4,45	2,71	3,58	1,93	4,29
2012	3,66	2,00	2,83	2,15	4,53
2013	4,42	2,09	3,26	2,12	4,20
2014	4,78	2,24	3,51	2,07	4,42
2015	4,37	2,63	3,50	2,28	4,57
2016	6,23	2,65	4,44	2,33	4,34
2017	4,97	2,27	3,62	2,32	4,69
2018	4,37	1,80	3,09	2,38	4,95
2019	4,59	1,30	2,95	2,32	4,94
2020	2,30	0,53	1,42	2,13	4,91
2021	2,65	-0,45	1,10	1,71	4,49
2022	3,30	-0,36	1,47	1,09	3,78
2023	4,48	0,39	2,44	0,56	3,44
2024	4,50	1,53	3,02	0,28	3,46

Planilla N°3: Calculo de frecuencias de alturas diarias

i	Altura	Frec.	i	Altura	Frec.	i	Altura	Frec.	i	Altura	Frec.
1	6,85	0,23%	110	4,14	25,17%	219	3,12	50,11%	328	2,27	75,06%
2	6,83	0,46%	111	4,13	25,40%	220	3,11	50,34%	329	2,27	75,29%
3	6,77	0,69%	112	4,12	25,63%	221	3,1	50,57%	330	2,27	75,51%
4	6,73	0,92%	113	4,12	25,86%	222	3,1	50,80%	331	2,26	75,74%
5	6,71	1,14%	114	4,1	26,09%	223	3,1	51,03%	332	2,25	75,97%
6	6,7	1,37%	115	4,09	26,32%	224	3,1	51,26%	333	2,25	76,20%
7	6,63	1,60%	116	4,08	26,54%	225	3,08	51,49%	334	2,24	76,43%
8	6,62	1,83%	117	4,08	26,77%	226	3,05	51,72%	335	2,24	76,66%
9	6,62	2,06%	118	4,08	27,00%	227	3,04	51,95%	336	2,23	76,89%
10	6,53	2,29%	119	4,06	27,23%	228	3,02	52,17%	337	2,2	77,12%
11	6,52	2,52%	120	4,04	27,46%	229	3,02	52,40%	338	2,18	77,35%
12	6,5	2,75%	121	4,02	27,69%	230	3,02	52,63%	339	2,16	77,57%
13	6,48	2,97%	122	4,01	27,92%	231	3,02	52,86%	340	2,14	77,80%
14	6,46	3,20%	123	4,01	28,15%	232	3,02	53,09%	341	2,11	78,03%
15	6,44	3,43%	124	4,01	28,38%	233	3	53,32%	342	2,09	78,26%
16	6,42	3,66%	125	3,99	28,60%	234	3	53,55%	343	2,08	78,49%
17	6,34	3,89%	126	3,97	28,83%	235	3	53,78%	344	2,04	78,72%
18	6,32	4,12%	127	3,96	29,06%	236	2,99	54,00%	345	2,04	78,95%
19	6,23	4,35%	128	3,94	29,29%	237	2,99	54,23%	346	2,03	79,18%
20	6,22	4,58%	129	3,94	29,52%	238	2,96	54,46%	347	2,02	79,41%
21	6,18	4,81%	130	3,92	29,75%	239	2,94	54,69%	348	2,02	79,63%
22	6,12	5,03%	131	3,91	29,98%	240	2,91	54,92%	349	2,02	79,86%
23	6,05	5,26%	132	3,91	30,21%	241	2,91	55,15%	350	2,02	80,09%
24	6,01	5,49%	133	3,91	30,43%	242	2,9	55,38%	351	2,01	80,32%
25	5,95	5,72%	134	3,88	30,66%	243	2,9	55,61%	352	2	80,55%
26	5,92	5,95%	135	3,88	30,89%	244	2,9	55,84%	353	2	80,78%
27	5,92	6,18%	136	3,88	31,12%	245	2,88	56,06%	354	1,99	81,01%
28	5,91	6,41%	137	3,85	31,35%	246	2,88	56,29%	355	1,97	81,24%
29	5,84	6,64%	138	3,84	31,58%	247	2,86	56,52%	356	1,97	81,46%
30	5,7	6,86%	139	3,84	31,81%	248	2,86	56,75%	357	1,95	81,69%
31	5,69	7,09%	140	3,83	32,04%	249	2,85	56,98%	358	1,95	81,92%
32	5,57	7,32%	141	3,82	32,27%	250	2,85	57,21%	359	1,95	82,15%
33	5,56	7,55%	142	3,8	32,49%	251	2,84	57,44%	360	1,93	82,38%
34	5,56	7,78%	143	3,8	32,72%	252	2,83	57,67%	361	1,93	82,61%
35	5,54	8,01%	144	3,79	32,95%	253	2,8	57,89%	362	1,93	82,84%
36	5,49	8,24%	145	3,78	33,18%	254	2,8	58,12%	363	1,88	83,07%
37	5,44	8,47%	146	3,78	33,41%	255	2,8	58,35%	364	1,87	83,30%
38	5,44	8,70%	147	3,77	33,64%	256	2,79	58,58%	365	1,86	83,52%
39	5,41	8,92%	148	3,76	33,87%	257	2,78	58,81%	366	1,85	83,75%
40	5,39	9,15%	149	3,76	34,10%	258	2,78	59,04%	367	1,85	83,98%
41	5,39	9,38%	150	3,76	34,32%	259	2,78	59,27%	368	1,83	84,21%
42	5,38	9,61%	151	3,75	34,55%	260	2,77	59,50%	369	1,8	84,44%
43	5,36	9,84%	152	3,75	34,78%	261	2,76	59,73%	370	1,79	84,67%

i	Altura	Frec.	i	Altura	Frec.	i	Altura	Frec.	i	Altura	Frec.
44	5,3	10,07%	153	3,74	35,01%	262	2,75	59,95%	371	1,79	84,90%
45	5,29	10,30%	154	3,72	35,24%	263	2,75	60,18%	372	1,78	85,13%
46	5,26	10,53%	155	3,72	35,47%	264	2,74	60,41%	373	1,7	85,35%
47	5,24	10,76%	156	3,71	35,70%	265	2,74	60,64%	374	1,7	85,58%
48	5,18	10,98%	157	3,7	35,93%	266	2,73	60,87%	375	1,67	85,81%
49	5,16	11,21%	158	3,7	36,16%	267	2,72	61,10%	376	1,65	86,04%
50	5,09	11,44%	159	3,69	36,38%	268	2,72	61,33%	377	1,64	86,27%
51	5,07	11,67%	160	3,66	36,61%	269	2,71	61,56%	378	1,64	86,50%
52	5,04	11,90%	161	3,66	36,84%	270	2,71	61,78%	379	1,61	86,73%
53	5,01	12,13%	162	3,63	37,07%	271	2,71	62,01%	380	1,61	86,96%
54	5,01	12,36%	163	3,62	37,30%	272	2,7	62,24%	381	1,58	87,19%
55	5	12,59%	164	3,62	37,53%	273	2,7	62,47%	382	1,56	87,41%
56	4,99	12,81%	165	3,56	37,76%	274	2,68	62,70%	383	1,53	87,64%
57	4,97	13,04%	166	3,55	37,99%	275	2,67	62,93%	384	1,48	87,87%
58	4,83	13,27%	167	3,55	38,22%	276	2,66	63,16%	385	1,47	88,10%
59	4,8	13,50%	168	3,55	38,44%	277	2,66	63,39%	386	1,46	88,33%
60	4,78	13,73%	169	3,54	38,67%	278	2,66	63,62%	387	1,4	88,56%
61	4,78	13,96%	170	3,54	38,90%	279	2,66	63,84%	388	1,34	88,79%
62	4,78	14,19%	171	3,5	39,13%	280	2,65	64,07%	389	1,34	89,02%
63	4,71	14,42%	172	3,5	39,36%	281	2,65	64,30%	390	1,32	89,24%
64	4,7	14,65%	173	3,5	39,59%	282	2,65	64,53%	391	1,31	89,47%
65	4,69	14,87%	174	3,49	39,82%	283	2,65	64,76%	392	1,3	89,70%
66	4,66	15,10%	175	3,49	40,05%	284	2,64	64,99%	393	1,24	89,93%
67	4,65	15,33%	176	3,49	40,27%	285	2,63	65,22%	394	1,22	90,16%
68	4,65	15,56%	177	3,48	40,50%	286	2,62	65,45%	395	1,19	90,39%
69	4,64	15,79%	178	3,48	40,73%	287	2,62	65,68%	396	1,16	90,62%
70	4,63	16,02%	179	3,48	40,96%	288	2,62	65,90%	397	1,01	90,85%
71	4,63	16,25%	180	3,46	41,19%	289	2,61	66,13%	398	0,96	91,08%
72	4,62	16,48%	181	3,45	41,42%	290	2,6	66,36%	399	0,92	91,30%
73	4,61	16,70%	182	3,44	41,65%	291	2,6	66,59%	400	0,9	91,53%
74	4,61	16,93%	183	3,41	41,88%	292	2,56	66,82%	401	0,9	91,76%
75	4,59	17,16%	184	3,4	42,11%	293	2,55	67,05%	402	0,9	91,99%
76	4,59	17,39%	185	3,39	42,33%	294	2,55	67,28%	403	0,85	92,22%
77	4,59	17,62%	186	3,38	42,56%	295	2,55	67,51%	404	0,82	92,45%
78	4,57	17,85%	187	3,38	42,79%	296	2,53	67,73%	405	0,82	92,68%
79	4,56	18,08%	188	3,36	43,02%	297	2,53	67,96%	406	0,79	92,91%
80	4,5	18,31%	189	3,36	43,25%	298	2,52	68,19%	407	0,64	93,14%
81	4,48	18,54%	190	3,34	43,48%	299	2,52	68,42%	408	0,6	93,36%
82	4,47	18,76%	191	3,34	43,71%	300	2,51	68,65%	409	0,58	93,59%
83	4,45	18,99%	192	3,33	43,94%	301	2,5	68,88%	410	0,58	93,82%
84	4,45	19,22%	193	3,32	44,16%	302	2,5	69,11%	411	0,57	94,05%
85	4,44	19,45%	194	3,32	44,39%	303	2,49	69,34%	412	0,53	94,28%
86	4,43	19,68%	195	3,31	44,62%	304	2,47	69,57%	413	0,49	94,51%
87	4,42	19,91%	196	3,3	44,85%	305	2,47	69,79%	414	0,43	94,74%
88	4,38	20,14%	197	3,3	45,08%	306	2,45	70,02%	415	0,39	94,97%

i	Altura	Frec.	i	Altura	Frec.	i	Altura	Frec.	i	Altura	Frec.
89	4,37	20,37%	198	3,3	45,31%	307	2,44	70,25%	416	0,29	95,19%
90	4,37	20,59%	199	3,29	45,54%	308	2,42	70,48%	417	0,13	95,42%
91	4,37	20,82%	200	3,27	45,77%	309	2,42	70,71%	418	0,09	95,65%
92	4,36	21,05%	201	3,27	46,00%	310	2,42	70,94%	419	0,03	95,88%
93	4,33	21,28%	202	3,26	46,22%	311	2,4	71,17%	420	0,02	96,11%
94	4,33	21,51%	203	3,25	46,45%	312	2,39	71,40%	421	-0,01	96,34%
95	4,32	21,74%	204	3,24	46,68%	313	2,39	71,62%	422	-0,09	96,57%
96	4,32	21,97%	205	3,24	46,91%	314	2,37	71,85%	423	-0,12	96,80%
97	4,31	22,20%	206	3,23	47,14%	315	2,37	72,08%	424	-0,21	97,03%
98	4,3	22,43%	207	3,23	47,37%	316	2,36	72,31%	425	-0,21	97,25%
99	4,29	22,65%	208	3,22	47,60%	317	2,36	72,54%	426	-0,23	97,48%
100	4,29	22,88%	209	3,21	47,83%	318	2,35	72,77%	427	-0,25	97,71%
101	4,28	23,11%	210	3,2	48,05%	319	2,35	73,00%	428	-0,25	97,94%
102	4,28	23,34%	211	3,19	48,28%	320	2,34	73,23%	429	-0,26	98,17%
103	4,22	23,57%	212	3,18	48,51%	321	2,34	73,46%	430	-0,31	98,40%
104	4,21	23,80%	213	3,18	48,74%	322	2,32	73,68%	431	-0,32	98,63%
105	4,21	24,03%	214	3,17	48,97%	323	2,3	73,91%	432	-0,34	98,86%
106	4,19	24,26%	215	3,17	49,20%	324	2,3	74,14%	433	-0,35	99,08%
107	4,19	24,49%	216	3,17	49,43%	325	2,29	74,37%	434	-0,36	99,31%
108	4,18	24,71%	217	3,17	49,66%	326	2,28	74,60%	435	-0,37	99,54%
109	4,18	24,94%	218	3,14	49,89%	327	2,28	74,83%	436	-0,45	99,77%

Memoria de cálculo N°1: Flotación del muelle de toma

Cálculos de pontones tipo 1 - Pasarela

Datos:

Peso estructura (*) =	530,71 kg
Peso pontón =	471,00 kg
Peso bomba "Flygt 3153-F" Inst. "Z" (IE3) =	0,00 kg
Peso acoples =	80,00 kg
Peso manguera con agua =	92,00 kg

(*) Desgloce de cargas	78,5 kg + 78,5 kg + 47,1 kg + 43,2 kg + 283,41 kg

Desgloce de cargas	Peso
Peso estructura =	530,71 kg
Peso bomba 1 =	0,00 kg
Peso bomba 2 =	0,00 kg
Peso 2 personas =	200,00 kg
Peso acoples =	80,00 kg
Peso manguera con agua =	92,00 kg
TOTAL =	**902,71 kg**

Los pesos corresponden a los perfiles, placas de soporte, largueros, refuerzo y demás elementos que configuran la pasarela, y los 283,41 kg corresponden al lastre necesario para colocar los pontones en flotación normal.

Una vez obtenidos los pesos de la pasarella y sus complementos se pasó a calcular los pontones considerando su peso propio y el de la pasarela, de esta forma se pudo verificar que con la carga existente actual los pontones se mantengan sumergidos 1/2 de su díametro.

Al hacer uso de 2 pontones el peso calculado anterior se distribuye en un 50% a cada uno, por lo tanto se realizó el cálculo de la siguiente manera:

Desgloce de cargas	Peso
Peso Pasarela / 2 =	451,35 kg
Peso pontón =	471,00 kg
TOTAL =	**922,35 kg**

Como cada pontón recibe una carga total de 922,35 kg y se desea que cada uno esté sumergido un 1/2 de su diámetro, ahora se puede calcular el volumen de agua a desplazar y una vez hecho, verificar que las dimensiones de cada pontón cumple con las exigencias a las que estará sometidas.

Esto quiere decir que si suponemos que al recibir esa carga esta sumergido 1/2 de su diámetro podemos calcular con cuanta carga va a estar sumergido el 100% de su diámetro haciendo dicha carga recibida / (1/2). Entonces:

Peso sumergido completo = **1.844,71 kg**

Una vez calculado con cuanto peso el pontón estaría sumergido por completo, se pudo calcular el volumen que desplaza y a raíz de eso verificar que las dimensiones existentes son suficientes para resirtir las nuevas cargas actuantes.

$$\gamma_{agua} * Volumen = Peso$$

1.000 kg/m3 * Volumen = 1.844,71 kg

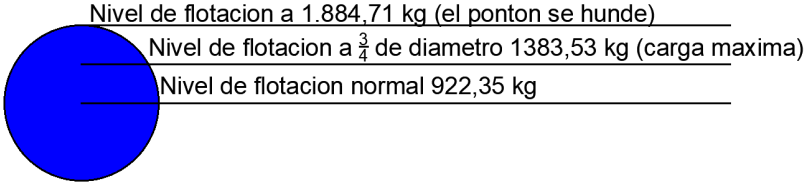
Volumen = 1,845 m3

Luego de calculado el volumen a desplazar se verificó que con la longitud actual del pontón y el volumen desplazado se obtenga como resultado el díametro del pontón existente.

L = 3,67 m

$$Volumen = L * \left(\pi * \frac{D^2}{4}\right)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 * Volumen}{L * \pi}}$$



D = 0,80 m

Entonces para la pasarela que contiene la bomba tendremos:
2 pontones de 0,80 m de diámetro y 3,67 m de longitud
lo cual concluye en la verificación buscada.

Sumergido 100% =	1.844,71 kg
Flotación normal =	922,35 kg
Carga máxima =	1.383,53 kg

Cálculos de pontones tipo 2 - Pasarela que contiene las bombas

Datos:

Peso estructura (*) =	782,97 kg
Peso pontón =	628,00 kg
Peso bomba "Flygt 3153-F" Inst. "Z" (IE3) =	302,00 kg
Peso acoples =	80,00 kg
Peso manguera con agua =	92,00 kg

(*) Desgloce de cargas	97,1 kg + 97,1kg + 55,1 kg + 48,2 kg + 485,47 kg

Desgloce de cargas	Peso
Peso estructura =	782,97 kg
Peso bomba 1 =	302,00 kg
Peso bomba 2 =	302,00 kg
Peso 2 personas =	200,00 kg
Peso acoples =	80,00 kg
Peso manguera con agua =	92,00 kg
TOTAL =	**1.758,97 kg**

Los pesos corresponden a los perfiles, placas de soporte, largueros, refuerzo y demás elementos que configuran la pasarela, y los 485,47 kg corresponden al lastre necesario para colocar los pontones en flotación normal.

Una vez obtenidos los pesos de la pasarella y sus complementos se pasó a calcular los pontones considerando su peso propio y el de la pasarela, de esta forma se pudo verificar que con la carga existente actual los pontones se mantengan sumergidos 1/2 de su díametro.

Al hacer uso de 2 pontones el peso calculado anterior se distribuye en un 50% a cada uno, por lo tanto se realizó el cálculo de la siguiente manera:

Desgloce de cargas	Peso
Peso Pasarela / 2 =	879,49 kg
Peso pontón =	628,00 kg
TOTAL =	**1.507,49 kg**

Como cada pontón recibe una carga total de 1.507,49 kg y se desea que cada uno esté sumergido un 1/2 de su diámetro, ahora se puede calcular el volumen de agua a desplazar y una vez hecho, verificar que las dimensiones de cada pontón cumple con las exigencias a las que estará sometidas.

Esto quiere decir que si suponemos que al recibir esa carga esta sumergido 1/2 de su diámetro podemos calcular con cuanta carga va a estar sumergido el 100% de su diámetro haciendo dicha carga recibida / (1/2). Entonces:

Peso sumergido completo = **3.014,97 kg**

Una vez calculado con cuanto peso el pontón estaría sumergido por completo, se pudo calcular el volumen que desplaza y a raíz de eso verificar que las dimensiones existentes son suficientes para resirtir las nuevas cargas actuantes.

$$\gamma_{agua} * Volumen = Peso$$

1.000 kg/m3 * Volumen = 3.014,97 kg

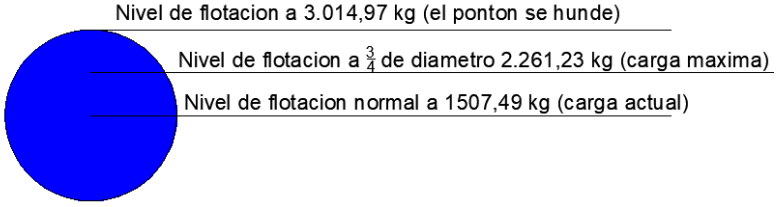
Volumen = 3,015 m3

Luego de calculado el volumen a desplazar se verificó que con la longitud actual del pontón y el volumen desplazado se obtenga como resultado el díametro del pontón existente.

L = 3,84 m

$$Volumen = L * \left(\pi * \frac{D^2}{4}\right)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 * Volumen}{L * \pi}}$$



D = 1,00 m

Entonces para la pasarela que contiene la bomba tendremos:
2 pontones de 1,00 m de diámetro y 3,84 m de longitud
lo cual concluye en la verificación buscada.

Sumergido 100% =	3.014,97 kg
Flotación normal =	1.507,49 kg
Carga máxima =	2.261,23 kg

ANEXO V: Diseño de la planta modular

Memoria de cálculo N°1: Partes componentes de la planta compacta.

Memoria de cálculo N°2: Proyección de nuevas cisternas.

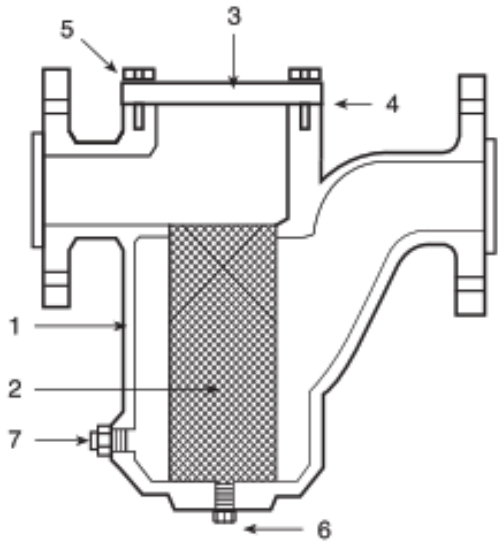
Memoria de cálculo N°3: Verificación de la cañería de barros existente.

Memoria de cálculo N°1: Partes componentes de la planta compacta.

Para todo el dimensionamiento de las partes componentes de la planta, se trabajó con el caudal restante a tratar, el cual se definió en la siguiente tabla:

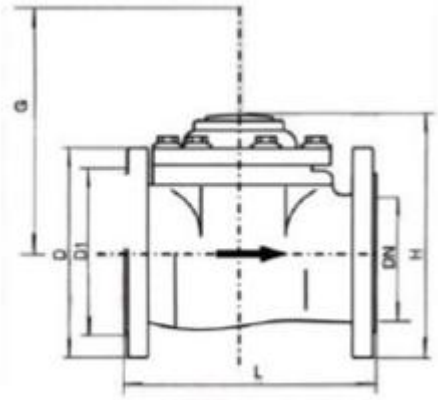
Caudales operados	Valor
(A) Caudal de tratamiento total a tratar en la planta para el año de diseño	0,023 m3/s
	83,16 m3/h
	1.996 m3/día
(B) Caudal actualmente tratado	0,017 m3/s
	60,00 m3/h
	1.440 m3/día
(C) = (A) – (B) Caudal restante a tratar	0,006 m3/s
	23,16 m3/h
	556 m3/día

Cañería de ingreso – Cribado: La adopción de este filtro, se basó en el diámetro de cañería de ingreso hacia el módulo proyectado, la cual es de 100 mm. Las características de este se observan a continuación:



ítem	Valor
Modelo	SBFSS-150
Tamaño	4"
Cv	456,70
Area libre	0,054 m^2
Rel. Filtración	6,69:1
Material de construcción	Acero Inoxidable 304
Presión maxima permitida	19,4 kg/cm^2 g/-29-38°C
Temperatura Máxima permitida	454°C/0-29 kg/cm^2 g

El caudalímetro adoptado a fines de registrar el caudal que ingresa a la planta se define a continuación:



ítem	Valor
Mecanismo de medición	Rueda Paleta
Marca	Woltman
Caudal por soportar	23,16 m3/h
Modelo	LXLC - 100B
Tamaño	100,00 mm
Caudal máximo soportado	120,00 m3/h
Caudal nominal	60,00 m3/h
Longitud	250
Altura	275
G	360
Peso	19,00 kg
Montaje	Sobre ducto de alimentación
Material	Cuerpo de fundición con cobertura epoxi

Punto de dosificación:

Para la selección del diámetro, se debió tener en cuenta el caudal de ingreso, el cual es 23,16 m^3/h, equivalente a 0,006 m^3/s.

A partir de la fórmula de caudal que relaciona el área de la tubería (y por lo tanto el diámetro):

$$Q = A.v$$

El área de la tubería es:

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

Para redes de agua potable y sistemas de válvulas en general, se suele recomendar una velocidad de flujo en el rango de 1 a 3 m/s para evitar pérdidas de presión excesivas. Para este caso, se adoptó 2 m/s. Por lo tanto, la fórmula del diámetro quedó definida como:

$$D = \sqrt{\frac{4\,Q}{\pi\,v}}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 * 0{,}006 \ \frac{m3}{s}}{\pi \ 2 \ \frac{m}{s}}} = 0{,}064 \text{ m} \rightarrow 64{,}00 \text{ mm}$$

El diámetro adoptado para este componente es:

$$D = 100{,}00 \text{ mm}$$

Mezclador rápido:

Los tiempos de mezclados deben ser inferiores a 7 seg, y se deben manejar por razones económicas gradientes de velocidades de 300 a 1200 s^{-1}.

Considerando que la mezcla en un tramo recto de canalización se completa en aproximadamente 20 diámetros, se procedió a verificar las condiciones de la mezcla en la canalización de la llegada del agua cruda. Los datos de interés para este punto fueron:

- Caudal a tratar: 23,16 m^3/h, equivalentes a 0,006 m3/s.
- Diámetro adoptado: 75 mm.
- Temperatura del agua 20°C.
- Gravedad: 9,807 $m.s^{-2}$.
- Longitud donde se produce la mezcla.
- Coeficiente de Manning: 0,010 (Metal liso)

$$L = 20 * \left(75 \frac{mm}{1000}\right) = 1{,}50 \text{ m}$$

Características del agua a 20°C:

- Densidad específica del agua (ρ): 998,23 $kg.m^{-3}$
- Coeficiente de viscosidad dinámica (μ): 1,20 x 10^{-3} $N.s.m^{-2}$

Radio hidráulico para sección circular:

$$R_H = \frac{D}{4} = \frac{(0{,}075 \text{ m})}{4} = 0{,}018 \text{ m}$$

La velocidad en la canalización dada por la siguiente expresión:

$$U = \frac{4Q}{\pi D^2} = \frac{4 \text{ x } 0{,}006 \ \frac{m3}{s}}{\pi (0{,}075 \text{ m})^2} = 1{,}46 \ \frac{m}{s}$$

Con estos valores se pudo determinar el gradiente de velocidad:

$$G = \sqrt{\frac{g \cdot \rho}{\mu}} \ R_H^{-0{,}67} U^{1{,}5}$$

$$G = \sqrt{\frac{9{,}807\ \text{m} \cdot \text{s}^{-2} \cdot 998{,}23\ \text{kg} \cdot \text{m}^{-3}}{1{,}02\ \text{x}\ 10^{-3}\ \text{N.s.m}^{-2}}}\ (0{,}018\ \text{m})^{-0{,}67}\ \left(1{,}46\ \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^{1{,}5} = 779{,}73\ \text{s}^{-1}$$

Como se puede apreciar, el gradiente de velocidad se encuentra dentro de valores razonables (< 1200 s^{-1}). Por otro lado, el tiempo de mezcla quedó definido por:

$$T = \frac{L}{U}$$

$$T = \frac{1{,}50\ \text{m}}{1{,}46\ \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 1{,}03\ \text{seg}$$

Por lo tanto, quedó verificada la mezcla para el diámetro analizado, ya que el tiempo de mezclado es inferior a 7 segundos y el gradiente de velocidad se encuentra entre el intervalo de 300 a 1200 s^{-1}. Los datos del mezclador definido son los siguientes

ítem	Valor
Tipo de mezclador rápido	En línea - estático
Marca	Imtecom
Montaje	Sobre ducto de alimentación
Conexión	Bridada
Diámetro nominal	75,00 mm
Material	Acero Inoxidable

Válvula de ingreso de caudal:

Para la selección de la válvula reguladora para el nuevo módulo, se debió seguir considerando el caudal de ingreso restante, el cual es 23,16 m^3/h, equivalente a 0,006 m3/s. La velocidad de flujo se adoptó en 2 m/s. La fórmula del diámetro quedó definida como:

$$D = \sqrt{\frac{4\ Q}{\pi\ v}} = \sqrt{\frac{4\ 0{,}006\ \frac{\text{m3}}{\text{s}}}{\pi\ 2\ \frac{\text{m}}{\text{s}}}} = 0{,}064\ \text{m} \rightarrow 64{,}00\ \text{mm}$$

Frente a este cálculo, se adoptó una válvula de 75 mm.

Ítems	Valor
Tipo de válvula reguladora	Válvula mariposa tipo wafer
Marca	Foglia
Accionamiento:	Manual
Montaje	Sobre ducto de alimentación
Conexión	Bridada
Material del disco y eje	Acero inoxidable
Cuerpo	Cuerpo de fundición
Terminación	Pintada con pintura Epoxi
Diámetro	75,00 mm
Peso	3,85 kg
A	240,00 mm
B	70,00 mm
C	115,00 mm
D	135,00 mm
E	80,00 mm
F	160,00 mm
G	50,00 mm

Cámara de floculador:

Los tiempos de retención en floculadores suelen rondar entre 15 y 30 minutos, para este punto, se optó que el agua reside en un lapso de 25 minutos.

El cálculo comenzó con el caudal restante a tratar, para el cual se dimensiono esta cámara, utilizando así el valor de 23,16 m^3/h (equivalentes a 386,00 lts/min).

$$V_{camara} = Q \text{ x } T_{ret}$$

$$V_{camara} = 386{,}00 \frac{lts}{min} \text{ x } 25 \text{ min} = 9.650 \text{ lts}$$

$$V = \frac{9.650 \text{ lts}}{1000} \left(\frac{m^3}{lts} \right) = 9{,}65 \text{ } m^3$$

La cámara se diseñó de sección circular, no obstante, a estos 9,65 m^3 se tuvo considerar un margen adicional del 20%. Esto se debe a que el volumen calculado para la cámara de floculación es solo el volumen efectivo en el que el proceso de floculación ocurre. Este adicional busca cubrir estos aspectos:

- Espacio de Escapatoria y Distribución: Se necesita espacio adicional para permitir que el agua se mezcle adecuadamente y para asegurar una distribución uniforme del coagulante.

- Espacio para Equipos y Mantenimiento: Debe dejarse espacio suficiente para la instalación de equipos como mezcladores, y también para el mantenimiento y acceso a los componentes de la cámara.
- Zona de Acumulación: Puede ser útil dejar una cierta altura adicional en la parte superior de la cámara para permitir la acumulación de flóculos y evitar que se desborde.

Por lo tanto, el volumen total necesario es:

$$V_{nec} = V + 20\%$$

$$V_{nec} = 11{,}58\ m^3$$

En base a este valor, se adoptó un radio de 1,50 m para así obtener la altura necesaria:

$$h_{nec} = \frac{V_{nec}}{\pi * r^2}$$

$$h_{nec} = \frac{11{,}58\ m}{\pi * 1{,}50\ m^2} = 1{,}64\ m \rightarrow h_{adopt.} = 2{,}80\ m$$

Se considero adoptar este valor de altura para mantener una linealidad similar en las posteriores cámaras y poder colocar una pasarela encima de las mismas. Con estos valores, se llegó a un volumen final de cámara de 19,79 m3, por lo tanto, los datos para esta cámara quedan definidos en la siguiente tabla.

Cámara de floculación	
Modulo proyectado	
Ítem	Valor
Volumen de la cámara	19,79 m^3
Tiempo de residencia	25 min
Diámetro	3 m
Altura	2,8 m

Gradiente de velocidad (G): El gradiente de velocidad es un parámetro importante en el diseño del floculador, y su valor suele estar en el rango de 20 a 80 s^{-1}. Para un floculador mecánico circular, se utilizó la siguiente fórmula para calcular el gradiente de velocidad:

$$G = \sqrt{\frac{P}{\mu\, V}}$$

Siendo:

- P la potencia disipada en watts.
- μ la viscosidad dinámica del agua.
- V el volumen del floculador.

Características del agua a 20°C:

- Densidad específica del agua (ρ): 998,23 $kg.m^{-3}$
- Coeficiente de viscosidad dinámica (μ): 1,20 x 10^{-3} $N.s.m^{-2}$ =0,00120 Pa.s

Para el diseño general de floculadores, al conocer o estimar el gradiente de velocidad deseado y la viscosidad del agua, se puede ajustar la potencia para lograr el gradiente de velocidad óptimo.

Para el caso de estudio, se adoptó un gradiente de 50 s^{-1}. Con el cual, se procedió a calcular la potencia disipada:

$$P = \mu * G^2 * V$$

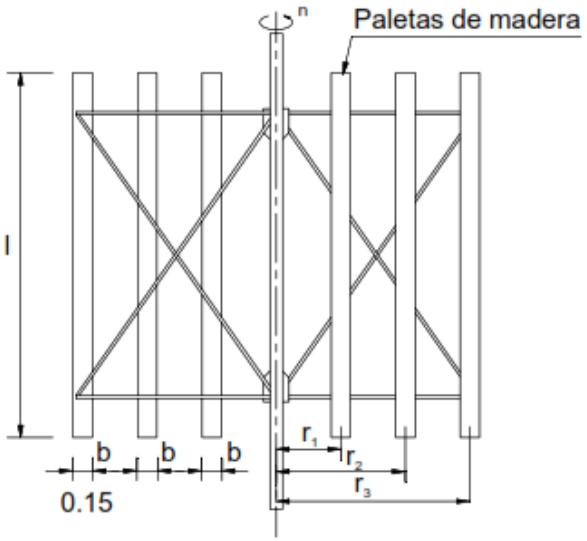
$$P = 0{,}00120\ \text{Pa.s} * 50^2\ s^{-1} * 19{,}79\ m^3 = 50{,}72\ W$$

Este tipo de floculadores son los más utilizados, siendo para este caso, adoptado los que poseen paletas paralelas al eje vertical. No obstante, considerando un rendimiento del 70% y utilizando la conversión de unidades, definimos la potencia del motor eléctrico necesario:

$$P = \frac{50{,}72\ W\ 1{,}341\ x\ 10^{-3}\ HP/W}{0{,}70} = 0{,}10\ HP$$

Por lo tanto, se especificó un motor eléctrico de potencia nominal de 0,10 HP (74,57 W).

Dimensionamiento de paletas giratorias:



Eje vertical

El número de agitadores y de paletas determina la energía que se le es suministrada al líquido que reside. Para este caso, para el agitador que está dispuesto en la cámara circular se proyectó dos brazos con tres paletas en cada brazo. El área de las paletas no debe ser mayor al 15% o al 20% de la sección transversal del tanque con el objeto de prevenir la rotación general del líquido alrededor del eje (disminuyendo así, la eficiencia de la agitación).

La distancia entre los extremos de los agitadores se suele hacer no menor de 60 cm y el espacio entre ellos y el fondo del tanque no menor a 15 cm. Para este caso se adoptó una separación de 40 cm entre el extremo de las paletas y las paredes, y entre las paredes y el fondo y superficie del tanque 15 cm, resultando un largo de paletas de 2,50 m.

Las medidas r_1, r_2, y r_3 quedaron definidas como 0,238 m, 0,631 m y 1,06 m, respectivamente, dichas medidas salen del plano de floculador, el cual, estará incorporado en el Anexo X.

Para una sección transversal de 7,07 m2 (obtenidas a través de la sección de la cámara de floculación), se adoptó 3 paletas para cada brazo, de 7,5 cm de ancho y 2,50 m de alto obteniendo un área efectiva de 1,13 m^2, menor al 20% de la sección transversal.

$$A_{\text{paletas totales}} \leq 0{,}20 \text{ x } A_{\text{plano transversal}}$$

$$(2{,}50 * 0{,}075)\ \text{m} * 6 = 1{,}13\ \text{m}^2 \leq 20\% * 7{,}07\ \text{m}^2 = 1{,}13\ \text{m}^2$$

Gradiente de velocidad considerando paletas paralelas al eje: El gradiente de velocidad es un parámetro clave en el diseño de floculadores porque define la intensidad del proceso de mezcla. Adoptar un valor inicial permite diseñar y evaluar el equipo con base en estándares y prácticas recomendadas. Esto ayuda a asegurar que el floculador funcionará dentro de los rangos efectivos para la floculación.

$$G = 5\sqrt{\frac{\rho g}{\mu\, v}\,[C_D(1-k)^3\,.\,n^3\,.\,b\,.\,l\,.\,(r_1^3 + r_2^3 + \cdots)]}$$

Siendo:

- C_D: Coeficiente de arrastre que depende de la relación l/b de las paletas, que se obtuvo de la siguiente expresión:

$$C_D = 1{,}10 + 0{,}02\left(\frac{b}{l} + \frac{l}{b}\right)$$

$$C_D = 1{,}10 + 0{,}02\left(\frac{0{,}075\ \text{m}}{2{,}50\ \text{m}} + \frac{2{,}50\ \text{m}}{0{,}075\ \text{m}}\right) = 1{,}77$$

- k: es la relación entre la velocidad del agua y la de las paletas (suele adoptarse para proyectos 0,25).
- n: Velocidad de rotación
- r, l, b: Son los elementos geométricos (en m) del agitador, instalado en una cámara de volumen V (m^3).

La potencia que del motor adoptado es de 0,10 HP (74,57 W), con lo cual se procedió calcular la velocidad de rotación, igualando la ecuación anteriormente enseñada del gradiente de velocidad para paletas paralelas al eje:

$$\sqrt{\frac{P}{\mu\, V}} = 5\sqrt{\frac{\rho g}{\mu\, v}\,[C_D(1-k)^3\,.\,n^3\,.\,b\,.\,l\,.\,(r_1^3 + r_2^3 + \cdots)]}$$

Se despeja la velocidad de rotación:

$$n = \frac{1}{\sqrt[3]{5^2.\,\rho.\,g}}.\sqrt[3]{\frac{P}{C_D\,.\,(1-k)^3.\,b.\,l.\,(r_1^3 + r_2^3 + r_3^3)}}$$

$$n = \frac{1}{\sqrt[3]{5^2.\,998{,}23\ \frac{kg}{m^3}.\,9{,}807\ m.\,s^{-2}}}.\sqrt[3]{\frac{74{,}57\ W}{1{,}77\,.\,(1-0{,}25)^3.\,0{,}075\ m\,.\,2{,}50\ m\,.\,(0{,}238^3 m + 0{,}631^3 m + 1{,}06^3 m)}}$$

$$n = 0{,}11\ rps$$

$$n = 0{,}11\ rps\ x\ 60\ \frac{seg}{min} = 6{,}85\ rpm$$

Las dimensiones finales quedan definidas en la siguiente tabla.

Parámetro	Valor
Volumen de la cámara	19,79 m^3
Tiempo de residencia	25 min
Diámetro	3,00 m
Altura	2,80 m
Material de construcción	Acero al carbono
Tratamiento superficial interior	Arenado
Tratamiento de base interior	Fondo epoxi sanitario
Tratamiento final interior apto p/consumo	Epoxi aducto amina y pigmentos inertes
Espesor de tratamiento final interior	300 - 400 micrones
Tratamiento superficial exterior	Lavado químico
Tratamiento de base exterior	Anticorrosivo
Tratamiento final exterior	Poliuretano
Espesor tratamiento final exterior	100 - 150 micrones
Agitador	
Agitador tipo	Eje en vertical y palas paralelas
Ancho de las paletas	0,075 m
Largo de las paletas	2,50 m
Cantidad de paletas en total	6
Potencia del motor-reductor	0,10 HP
Motor tipo	Trifásico / 380V-50hz
Marca	Lenax
Tipo	Sinfín y Corona

Cámara de sedimentación:

Datos a tener en cuenta:

Uno de los puntos que se debió tener en cuenta es la velocidad de sedimentación (Carga Superficial), la cual se refiere a la velocidad a la que las partículas sólidas se sedimentan en el fondo del tanque de sedimentación. La carga superficial por su parte se refiere a la cantidad de caudal de agua que pasa por unidad de superficie del decantador. Fue fundamental para diseñar y dimensionar la cámara de sedimentación, ya que afecta la eficiencia del proceso de separación de sólidos del agua.

Para el caso de estudio, se contactó con gente de la empresa que diseño la planta actual, y recomendó que el sedimentador debiese trabajar a una tasa máxima de 7m3/h/m2 de área de sedimentación, por lo tanto, se optó por adoptar el valor.

Área del sedimentador: Teniendo el caudal que la planta va a tratar (recordando que ya existe un módulo aparte, que trata 60 m3/h), el área necesaria queda definida como:

$$\mathrm{Ag_{nec}} = \frac{\mathrm{Q} * \mathrm{T}}{\mathrm{V_{sedimentación}}}$$

$$\mathrm{A_{g\,nec}} = \frac{\left(23{,}16\ \frac{\mathrm{m3}}{\mathrm{h}}\right) * 24\ \mathrm{h}}{(7 * 24)\ \frac{\mathrm{m^3}}{\mathrm{m^2}}\,\mathrm{dia}} = 3{,}31\ \mathrm{m^2}$$

Área efectiva de sedimentación: Dado que los seditubos están inclinados a 60º, el área efectiva de sedimentación aumenta en comparación con el área horizontal del sedimentador, por lo tanto, se necesitó ajustarla mediante el siguiente factor:

$$\mathrm{A_{efectiva}} = \mathrm{A_{g\,nec}} * \frac{1}{\sin 60º}$$

$$\mathrm{A_{efectiva}} = 3{,}31\ \mathrm{m^2} * 1{,}15 = 3{,}82\ \mathrm{m^2}$$

Ancho del sedimentador:

Para llevar a cabo el cálculo del ancho del sedimentador, de la práctica han surgido diversas relaciones "Longitud - ancho" entre las que suelen destacar 3:1 y 5:1, para este caso, se adoptó 4:1, por lo tanto, haciendo la relación L/B de 4, se tuvo:

$$\mathrm{B} = \sqrt{\frac{\mathrm{A_g}}{\mathrm{L/B}}}$$

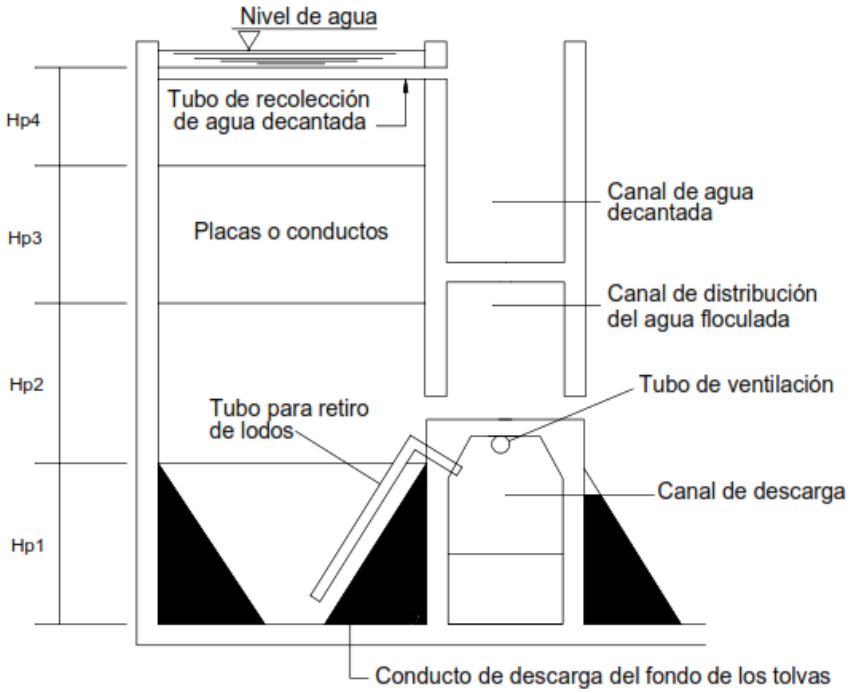
$$\mathrm{B} = \sqrt{\frac{3{,}82\ \mathrm{m^2}}{4}} = 0{,}98\ \mathrm{m} \rightarrow \mathrm{Se\ adopta\ B} = 3{,}00\ \mathrm{m}$$

Longitud total: En base al ancho adoptado (3,00 m), y el área, se definió el largo de la cámara como:

$$\mathrm{L} = \frac{\mathrm{A_g}}{\mathrm{B}}$$

$$L = \frac{3{,}82\ m^2}{3{,}00\ m} = 1{,}27\ m \rightarrow \text{Se adopta } L = 4{,}50\ m$$

Definición de la altura: La altura útil del sedimentador fue condicionada por la altura de los seditubos (que, para este caso, es de 1 m) y a adicionalmente se agregó una altura adicional correspondiente al espacio libre por encima del nivel de agua y para el almacenamiento de lodos en la parte inferior. Estas alturas parciales por considerar se detallan a continuación.



Altura Hp1: Para este punto fue de interés tener los ángulos definidos para la pared de las tolvas, que para este caso se adoptó un Angulo de 41º respecto al plano horizontal en la sección transversal. Además, se necesitó conocer el volumen de barro producido diariamente en función de la calidad del agua cruda.

A partir de que se definió un ancho de la cámara de 3,0 m y, además, que la base inferior del tronco de pirámide invertida se colocara una cañería para extracción de barros de 65 mm, con los ángulos de las tolvas resultantes, se termina obteniendo una altura Hp1 de 0,97 m (correspondiente al Angulo de 41º para las tolvas en la sección transversal). Por lo tanto, al considerar un largo de la cámara de 4,50 m, entraran en este largo 3 tolvas y Angulo de paredes longitudinales de 50°.

Tolvas para recolección de barros	
ítem	Valor
Angulo en sección transversal	41°
Angulo en sección longitudinal	50°
Cantidad de tolvas	3
Altura resultante	0,97 m
Diámetro para descarga	65,00 mm

Altura Hp2: La altura debajo de los seditubos debe permitir un flujo uniforme para así evitar turbulencias. La clave está en la velocidad de entrada a la zona de los seditubos. Para esto, mediante la ecuación de continuidad, teniendo el caudal a tratar, se consideró una velocidad de flujo de entrada baja de 0,05 m/s.

$$\text{Area} = \frac{0{,}006\ \frac{\text{m3}}{\text{s}}}{0{,}05\ \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 0{,}129\ \text{m}^2$$

Esta velocidad de flujo se utilizó además para establecer los canales que dan el ingreso del agua desde el floculador hacia el sedimentador (que lo hacen desde la parte inferior de la cámara).

Para ello, se adoptaron 5 canales circulares de 200 mm de diámetro, por lo cual la altura Hp_2 quedo definida en 20 cm.

Ingreso de agua desde el floculador hacia el sedimentador	
Ítem	Valor
Tipo de ingreso de agua floculada	Canales tubulares inferiores perforados
Cantidad	5
Material del canal	PVC
Diámetro adoptado	200,00 mm

Con estos mismos criterios se diseñaron los diámetros de las tolvas, para satisfacer el área necesaria en base a la velocidad de flujo estipulada anteriormente.

Altura Hp3: Esta se determinó en base a la altura con la que se proyectan los seditubos. Para este caso, se debe considerar que la velocidad de flujo ascensional dentro de los seditubos debe ser inferior a la velocidad de sedimentación de las partículas para que estas puedan depositarse en el fondo en lugar ser arrastradas hacia la salida, generalmente, se esperan valores entre 1 y 2 mm/s, para este caso se considerara el ultimo valor.

$$\text{Area} = \frac{0{,}006\ \frac{\text{m3}}{\text{s}}}{0{,}002\ \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 3{,}21\ \text{m}^2$$

- Altura de seditubos establecida: 1,35 m

Por lo tanto, con B = 3,00 m → $\text{Area efectiva} = (1{,}35 * 3{,}00)\ \text{m} = 4{,}05\ \text{m}^2$

Las características del módulo de sedimentación laminar se a continuación.

Cámara de sedimentación	
Módulo de sedimentación laminar	
ítem	Valor
Módulo de decantación laminar	Placas termo-formadas de perfil trapezoidal
Sección ascensional	Hexagonal
Angulo de la pendiente ascensional	60
Altura del modulo	1,35 m

Cámara de sedimentación	
Módulo de sedimentación laminar	
ítem	Valor
Material del modulo	Poliestireno virgen de alto impacto - alimenticio
Espesor	1,00 mm

Altura Hp4: Es la distancia desde la terminación de los seditubos hasta la generatriz superior del vertedero del caño de recolección de agua ya decantada.

En la parte superior se consideró para el ancho de la cámara, 5 canales tubulares para recolección de agua. El área de estos se definió según la velocidad en esta zona (límite superior de los seditubos y la superficie del agua), la cual, suele ser mucho menor que la velocidad dentro de los seditubos mismos. Esto se debe a que el objetivo principal de esta sección es proporcionar una zona de decantación donde las partículas puedan asentarse sin ser perturbadas por altas velocidades de flujo. Se suelen tener valores en los rangos de 0,5 a 1,0 m/h, los cuales, si son mayores, las partículas suspendidas no podrían sedimentarse de manera correcta.

Por lo tanto, se considera como velocidad de flujo horizontal: V = 1,00 m/h = 0,000278 m/s.

$$A_{nec} = \frac{0{,}006\ \frac{m3}{s}}{0{,}000278\ \frac{m}{s}} = 0{,}043\ m^2$$

Se definen 5 canales de 120 mm de diámetro, por lo tanto, el área total de estos canales es:

$$\text{Area efectiva} = \pi * \left(\frac{120\ mm/1000}{2}\right)^2 * 5 = 0{,}056\ m^2$$

Por lo tanto, la altura Hp4 adoptada será:

$$Hp4 = 0{,}15\ m$$

Con todas las alturas calculadas se obtiene una altura total de:

$$Hp_{total} = 0{,}97 + 0{,}20 + 1{,}35\ m + 0{,}15\ m = 2{,}67\ m$$

Se termina adoptando como altura total de la cámara de decantación de 2,80 m.

Tiempo de retención:

$$T = \frac{Volumen}{Q}$$

$$T = \frac{Volumen}{Q} = \frac{4{,}50\ m * 3{,}00\ m * 2{,}80\ m}{\left(26{,}13\ \frac{m3}{h}\right) * 24\ h} = 0{,}068\ dias \rightarrow 1{,}63\ h$$

Con todas las alturas ya obtenidas, queda definida la cámara de sedimentación en la siguiente tabla.

Parámetro	Valor
Volumen de la cámara	37,80 m^3
Tiempo de residencia	97,80 min
Largo	4,50 m
Ancho	3,00 m
Altura	2,80 m
Material de construcción	Acero al carbono
Tratamiento superficial interior	Arenado
Tratamiento de base interior	Fondo epoxi sanitario
Tratamiento final interior apto p/consumo	Epoxi aducto amina y pigmentos inertes
Espesor de tratamiento final interior	300 - 400 micrones
Tratamiento superficial exterior	Lavado químico
Tratamiento de base exterior	Pintura anticorrosiva
Tratamiento final exterior	Poliuretano
Espesor tratamiento final exterior	100 - 150 micrones

Sección de la cañería para retiro de lodos:

Habiendo establecido el tiempo de residencia en la cámara de sedimentación, se determinó el volumen de agua tratado en ese tiempo, por lo tanto:

$$V_{tratado} = Q * T$$

$$\text{Volumen de agua tratado} = 23{,}16\ \frac{m3}{h} * 1{,}63\ h = 37{,}75\ m^3$$

Para la tasa de producción de lodo se consideró 1 lt por metro cubico de agua tratada (1 L/m3) por lo que:

$$37{,}75\ m^3 * 1{,}00\ \frac{L}{m^3} = 37{,}75\ L = 0{,}037\ m^3$$

Si se proyecta una descargada cada media hora, se tiene una tasa de descarga igual a:

$$\text{Tasa de descarga} = \frac{0{,}037\ m^3}{0{,}5\ h} = 0{,}076\ \frac{m^3}{h}$$

Definiendo una velocidad de flujo de lodo de 1,00 m/s.

$$\text{Area} = \frac{Q}{V}$$

$$\text{Area} = \frac{0{,}076\ \frac{m^3}{h}}{1{,}00\ \frac{m}{s} * 3600} = 2{,}09\ x\ 10^{-5}\ m^2$$

$$D_{nec} = 2 * \sqrt{\frac{A}{\pi}}$$

$$D_{nec} = 2 * \sqrt{\frac{2{,}09 \text{ x } 10^{-5} \text{ m}^2}{\pi}} = 0{,}0051 \text{ m}$$

Se define un diámetro de 65 mm por cada tolva. Por lo tanto, las válvulas de purga quedan definidas de la siguiente manera.

Item	Valor
Regulación de caudal de barrido	Válvula mariposa tipo wafer
Marca	Foglia
Accionamiento:	Automático (neumático)
Montaje	Sobre ducto de alimentación
Conexión	Bridada
Disco eje	Acero inoxidable
Cuerpo	Cuerpo def undicion
Terminación	Pintada con pintura Epoxi
Diámetro	65,00 mm
Cantidad de válvulas para descargas	3

Cámara de filtrado rápido de gravedad:

Para este caso, se proyectó un filtro convencional de capa única de arena con soporte de grava. Los datos considerados fueron:

- Caudal de diseño a tratar = 23,36 m^3/h = 555,84 $m^3/día$
- Tasa de filtración (TF) adoptada: 150 $m^3/día/m^2$ = 6,25 $m^3/h/m^2$
- Velocidad de lavado: 1,50 cm/s = 0,015 m/s
- Duración del retrolavado (recomendado entre 5 y 10 minutos): 10 min
- Carrera de filtración (entre 24 y 36 hs): 30 h

Determinación del número de filtros necesarios:

$$N = 0{,}044 \sqrt{Q}$$

$$N = 0{,}044 \sqrt{555{,}84 \text{ m3/día}} = 1{,}04 \rightarrow \text{Se adoptan 2 filtros}$$

Caudal por filtro: Al determinarse dos filtros para la cámara, se obtiene un caudal por filtro de $Q = 277{,}92 \text{ m3/día}$

Área necesaria para los filtros:

$$A_{nec.filtros} = \frac{Q_u}{T_F}$$

$$A_{nec.filtros} = \frac{277{,}92 \text{ m3/dia}}{150 \text{ m3/día/m2}} = 1{,}85 \text{ m}^2$$

Dimensiones de los filtros: Se adopto una relación de largo-ancho L/B = 2, por lo tanto, el ancho B quedó definido por:

$$B = \sqrt{\frac{A_{nec.filtros}}{2}}$$

$$B = \sqrt{\frac{1{,}85\ m^2}{2}} = 0{,}96\ m \rightarrow B_{adop} = 1{,}32\ m$$

Se adopto un ancho de 1,32 m en cada filtro, para colocar ambos en el ancho total que se viene conservando en las anteriores cámaras proyectadas.

El largo será, por lo tanto:

$$L = B\ x\ 2 = 2{,}64\ m$$

Se adopto un largo de 2,65 m, cuidando la relación del área necesaria para filtrar.

$$A_{filtros} = 1{,}32\ m * 2{,}65\ m = 3{,}50\ m^2$$

Características de los lechos filtrantes: Según las guías de ENOHSA, para un filtro de arena convencional los parámetros rondan en:

- Espesores mínimos del manto filtrante (arena): 0,6 a 0,8 m.
- Coeficiente de uniformidad $\leq$ 1,6.
- Tamaño de los granos: 0,42 a 1,41 mm.
- Tamaño efectivo: 0,45 a 0,55 mm.

Soporte de grava: Se proyectará una capa de grava bajo la arena para soporte. Las guías recomiendan:

- Espesor de la grava mínimo: 0,1 a 0,2 m.
- Tamaño de los granos de la grava: 0,84 a 2,00 mm.
- Tamaño efectivo de la grava: 0,9 a 1,0 mm.

Para la cámara, se adoptó una altura total de lecho filtrante de 1,40 m, compuesto por 1,00 m de capa de arena y 0,40 m de capa de grava.

Canaletas de lavado: Se asumieron cuatro canaletas de lavado para los filtros, la separación, por lo tanto, es:

$$d = \frac{L}{N°\ canaletas}$$

$$d = \frac{2{,}65\ m}{3} = 0{,}88\ m$$

Por lo tanto, quedan definidas 3 canaletas de lavado por filtro, siendo entonces 6 canaletas en total. La longitud es de 1,32 m, separadas entre si y 0,88 m desde eje a eje de canaleta.

Determinación del caudal de lavado:

$$Q_L = \frac{V_L * A}{N°c}$$

$$Q_L = 0{,}015\ \frac{m}{s} * 3{,}50\ m^2 = 0{,}05\ \frac{m^3}{s}$$

$$Q_{L\ x\ canaleta} = \frac{0{,}05\ \frac{m^3}{s}}{3} = 0{,}02\ \frac{m^3}{s}$$

Se asume un ancho de canaleta de 0,12 m, y determinando la profundidad de la lámina del agua:

$$H_o = \frac{0{,}02\ \frac{m^3}{s}}{(1{,}375 * 0{,}12\ m^2)^{2/3}} = 0{,}06\ m$$

Se adopta, por lo tanto, una altura de canaleta de 0,10 m.

Volumen de agua requerido para el lavado:

$$V_L = Q_L * T_L$$

$$V_L = 0{,}05\ \frac{m^3}{s} * 10\ min * 60\frac{s}{min} = 31{,}48\ m^3$$

Recordando que el tiempo de carrera de filtración es: 30 h, el volumen de agua filtrada queda definido como:

$$V_F = Q_F * T_F$$

$$V_F = 277{,}92\ \frac{m3}{dia} * 30h/24\frac{dia}{h} = 347{,}40\ m^3$$

Por lo tanto, el porcentaje de agua filtrada requerida para el lavado es:

$$\frac{347{,}40\ m^3}{31{,}48\ m^3} * 100\% = 9{,}06\ \%$$

Expansión del lecho para el retrolavado:

El sistema al permitir el retrolavado con agua, se debe considerar una expansión mínima del lecho durante el mismo, el cual debe ser del 15% al 25% de la altura del manto filtrante en reposo, es decir:

- Altura mínima de expansión:

$$H_{exp.min} = 1{,}40\ m + 1{,}40\ m * 15\% = 1{,}61\ m$$

- Altura máxima de expansión:

$$H_{exp.máx} = 1{,}40\ m + 1{,}40\ m * 25\% = 1{,}75\ m$$

Por lo tanto, se debe considerar para el retrolavado un aumento entre 21 y 35 cm.

Falso fondo: Para dimensionar el falso fondo en la cámara de filtración, se tuvieron que considerar varios aspectos, como el caudal de diseño, las capas de filtración, la distribución uniforme del flujo y la resistencia estructural. Un dato muy relevante es el área del filtro, el cual ya se calculó con anterioridad a partir del caudal de diseño, la velocidad de filtración y se adoptaron las medidas necesarias, finalmente el área quedó definida con el valor:

$$A_{filtros} = 3{,}50\ m^2 * 2 = 7\ m^2$$

Distribución del falso fondo: El falso fondo debe permitir una distribución uniforme del flujo, para lo cual, en este caso, se optó por el uso de tobera. La cantidad y el diámetro de estas se calcularon para minimizar las pérdidas de carga. Para este caso, se considerará un área efectiva de 25 toberas por metro cuadrado. La apertura de estas es de 0,20 mm a fines de evitar el paso de partículas de arena y grava.

Por lo tanto, para el área que se posee, se obtuvo un total de:

$$N°\ toberas = 25\ \frac{toberas}{m^2} * 7{,}00\ m^2 \cong 175\ toberas$$

Distribución de las toberas: Para una distribución eficiente, es importante tener una separación adecuada entre las toberas. Generalmente, las toberas se colocan en una cuadrícula con distancias de 0,15 m a 0,30 m entre sí, para este caso se adoptará una distancia de 0,20 m. El plano con el esquema de distribución forma parte de los anexos. No obstante, para verificar la separación adoptada:

$$A_{tobera} = \frac{A_{total}}{N_{total}}$$

$$A_{tobera} = \frac{7\ m^2}{175\ toberas} = 0{,}04\ m^2$$

$$d = \sqrt{A_{tobera}}$$

$$d = \sqrt{0{,}04\ m^2} = 0{,}20\ m$$

Por distribución adoptada entre toberas, se terminan proyectando 196 toberas.

Siendo el caudal de lavado: $Q_L = 0.05 \frac{m3}{s} * 3600 = 188{,}89 \frac{m3}{h}$

Se obtiene un caudal máximo por tobera de:

$$Q_{máx\ x\ tobera} = 0{,}96\ \frac{m^3}{h}$$

Altura del falso fondo: La altura del falso fondo debe ser suficiente para alojar las toberas y permitir la distribución del flujo. Una altura típica para sistemas con toberas es entre 0,30 y 0,50 m, lo cual también facilita un flujo adecuado durante el retrolavado. Para este caso, se adoptó una altura de 0,40 m.

A continuación, se presentan las características de la cámara de filtrado de gravedad.

Cámara de filtrado rápido de gravedad	
ítem	Valor
área total de filtración	7,00 m^2
Tasa de filtración adoptada	6,25 $m^3/h/m^2$
Ancho de la cámara	3,00 m
Largo de la cámara	2,65 m
Material de construcción de la Cámara	Acero al carbono
Tratamiento superficial interior	Arenado
Tratamiento de base inferior	Fondo epoxi
Tratamiento final inferior	Epoxi aducto amina y pigmentos inertes
Espesor del tratamiento final interior	400 micrones
Tratamiento superficial exterior	Lavado químico
Tratamiento de base exterior	Pintura anticorrosiva
Tratamiento final exterior	Poliuretano
Caudal por filtrar	23,16 m^3/h
Volumen del falso fondo	3,18 m^3
Medio filtrante	
ítem	Valor
Lecho filtrante	Arena
Espesor del lecho filtrante	1,00 m
Soporte	Grava
Espesor del soporte	0,40 m
Altura total del filtro	1,40 m
Porcentaje de expansión considerado	25,00%

Desinfección - Tanque de preparado de soluciones:

Para el sistema de dosificación de químicos en la planta potabilizadora con un caudal de 23,16 m³/h, se debió ajustar el cálculo de los tanques de almacenamiento tomando como referencia los tanques existentes, en el cual se utilizan tres tanques de 500 lts para el caudal actualmente tratado de 60 m³/h. Por lo tanto, el caudal actual a tratar representa aproximadamente un 38,60% del original, el cálculo proporcional para ajustar el volumen que se utilizo es el siguiente:

$$500 \text{ lts x} \frac{23{,}16 \text{ m3/h}}{60 \text{ m3/h}} = 193{,}00 \text{ lts} \rightarrow \text{Adopto capacidad} : 250 \text{ lts.}$$

Por lo tanto, frente a esta relación se adoptaron 3 tanques de 250 lts cada uno para el almacenamiento del coagulante, esterilizante y floculante.

Sistema de dosificación de químicos	
Tanques de dilución	
ítem	Valor
Volumen de tanque de dosificación	250,00 lts
Cantidad	3
Material de construcción	Polietileno
Altura	0,94 m
Ancho	0,78 m

Agitadores de tanques químicos: Para determinar la potencia del motor eléctrico necesario para el agitador de los tanques de almacenamiento de químicos, se tuvieron que considerar varios factores, como el tamaño del tanque, las características del fluido, el tipo de agitador y las condiciones de agitación deseadas. Para este caso se tiene:

- Volumen del tanque (V): 250 lts
- Viscosidad del fluido (μ): En general los fluidos a manejar (sulfato de aluminio, hipoclorito de sodio y polielectrolitos) son de baja viscosidad similares a la del agua, por lo que se utiliza esta para el cálculo.
- Densidad del fluido (ρ): Se considera la densidad del agua (1.000 kg/m3).
- Velocidad de agitación (N): Para este tratamiento se considerará 30 rpm.
- Diámetro del agitador (D): Se considera usualmente entre el 20-30% del diámetro del tanque.

La potencia necesaria para los agitadores se calculará en base a la formula empírica basada en el número de Reynolds del agitador y un coeficiente de potencia que dependerá de la hélice utilizada:

$$P = N_p \, \rho \, N^3 \; D^5$$

- P: Potencia requerida (W)
- N_p: Coeficiente de potencia, para un agitador de hélice estándar el valor ronda entre 0,3 a 1,0. Se adopta 0,5.
- ρ: Es la densidad del fluido (kg/m3)
- N: Velocidad de rotación. Se adopta 30 rpm (0,5 rps).
- D: Diámetro del agitador (m). Se considera un 20% del diámetro del tanque, siendo aprox, 15 cm.

$$P = 0{,}5 \; * \; 1.000 \; \frac{kg}{m^3} \; * \; (0{,}5 \; rps)^3 \; * \; (0{,}15 \; m)^5 = 0{,}0047 \; kW = 4{,}74 \; W$$

Las características de los agitadores quedan definidas de la siguiente manera:

Sistema de dosificación de químicos	
Agitadores	
ítem	Valor
Potencia del motor eléctrico	0,55 kw
Material del eje y palas	Acero inoxidable
Tipo de agitador	Nhs 1.11-06905-300
Velocidad	69,00 r/min
Eje agitador	35,00 mm
Cantidad	2 (coagulante y floculante)
Marca	Inoxpa

Bombas dosificadoras: Para diseñarlas en el sistema de dosificación de químicos, se debieron tener en cuenta varios factores clave, como las dosis requeridas para cada químico, las características de los productos, el caudal a tratar y la capacidad de ajuste de las bombas.

Sulfato de aluminio (coagulante):

- Dosis típica: Ronda entre los 10 y 30 mg/L dependiendo de la turbidez y la calidad del agua. Para este caso se adopta 20 mg/L.
- Caudal por tratar: 23,16 m^3/h = 23.160 L/h.

$$Q_{dosificación} = \text{Dosis tipica x } Q_{\text{a tratar}}$$

$$Q_{dosificación} = 20\frac{mg}{L} \text{ x } 23.160\frac{L}{h} = 463.200\frac{mg}{h} = 463{,}20\ \frac{g}{h}$$

Generalmente el sulfato de aluminio se dosifica como solución al 10%, la cantidad, por lo tanto, seria:

$$\frac{463{,}20\ \frac{g}{h}}{0{,}1} = 4632\frac{g}{h} = 4{,}63\frac{L}{h}$$

Hipoclorito de sodio (Desinfección):

- Dosis típica: Ronda entre los 1 y 5 mg/L dependiendo de la demanda de cloro y las características del agua. Para este caso se adopta 3 mg/L.
- Caudal a tratar: 23,16 m^3/h = 23.160 L/h.

$$\text{Caudal de dosificación} = 3\frac{mg}{L} \text{ x } 69.480\frac{L}{h} = 69.480\frac{mg}{h} = 69{,}48\frac{g}{h}$$

Considerando que el hipoclorito de sodio se utiliza típicamente en una solución al al 12%:

$$\frac{69{,}48\frac{g}{h}}{0{,}12} = 579\frac{g}{h} = 0.579\frac{L}{h}$$

Polielectrolito (Acondicionar de floculación):

- Dosis típica: Ronda entre los 0.1 y 0.5 mg/L. Para este caso se adopta 0.2 mg/L.

- Caudal por tratar: 23,16 m3/h = 23.160 L/h.

$$\text{Caudal de dosificación} = 0.2\frac{\text{mg}}{\text{L}} \text{ x } 23.160\frac{\text{L}}{\text{h}} = 4.632\frac{\text{mg}}{\text{h}} = 4{,}63\frac{\text{g}}{\text{h}}$$

Considerando que el polielectrolito se dosifica en una solución al 1%:

$$\frac{4{,}63\ \frac{\text{g}}{\text{h}}}{0.01} = 463{,}20\frac{\text{g}}{\text{h}} = 0{,}46\frac{\text{L}}{\text{h}}$$

Por lo tanto, en resumen, la selección de las bombas queda definida por:

- Sulfato de Aluminio: Se necesita una bomba capaz de dosificar entre 0 a 7 L/h.
- Hipoclorito de Sodio: La bomba debe tener un rango de dosificación de 0 a 1 L/h.
- Polielectrolito: La bomba debe poder manejar caudales entre 0 a 1 L/h.

Las características de las bombas dosificadoras quedan definidas:

Sistema de dosificación de químicos	
Bomba dosificadora	
Ítem	Valor
Sulfato de aluminio	
Modelo	Dmb 7,0-7 b-pvc/v/c-x-g133a-k
Caudal máximo	7,00 lt/h
Presión máxima	7,00 bar
Material del cabezal	Pvc
Material de juntas	Viton
Material de bolillas	Cerámica
Cantidad	1
Hipoclorito de sodio y polielectrolito	
Modelo	Dmb 1,0-10 b-pvc/v/c-x-g133a-k
Caudal máximo	1,00 lt/h
Presión máxima	10,00 bar
Material del cabezal	PVC
Material de juntas	Viton
Material de bolillas	Cerámica
Cantidad	2

Memoria de cálculo N°2: Proyección de nuevas cisternas.

Nueva cisterna en la planta potabilizadora: Para obtener el volumen necesario, se tuvo en cuenta que el lavado por filtro es de 10 minutos y se realiza un retrolavado cada 30 minutos. Por lo tanto, se tiene:

$$A_{filtro} = 3{,}5\ m^2$$

$$Q_{total} = 3{,}5\ m^2\ x\ 0.010\frac{m}{s} = 0{,}035\frac{m^3}{s}$$

$$t_{retrolavado} = 10\ min * 60 = 600\ s.$$

$$V_{retrolavado} = Q_{total} * t_{retrolavado} = 0{,}035\frac{m^3}{s} * 600\ s = 21\ m^3$$

Nuevo tanque cisterna	
Ítem	Valor
Capacidad	21.000 lts
Obs:	Cuenta con aditivo antibacterial y resistencia uv.
Material	PEAD (polietileno de alta densidad)
Diámetro	3,54 m
Altura	2,75 m

Memoria de cálculo N°3: Verificación de la cañería de barros existente.

Este apartado del cálculo tuvo por objetivo verificar si la cañería existente de conducción de barros, de 200 mm de diámetro, es adecuada para evacuar el total de lodos generados por dos plantas potabilizadoras compactas que operarán en paralelo en la localidad de Villa Urquiza. Específicamente, se trata de analizar la cantidad de barros generados por la planta compacta de 60 m^3/h y la proyectada de 23,16 m^3/h.

Ambas plantas como se mencionó anteriormente descargan los lodos generados durante los procesos de decantación y retrolavado hacia una única línea de conducción, la cual llega hasta un punto de disposición en el rio Paraná.

Tasa de producción de lodos: Para el calculo previo en la cámara de decantación, se opto por utilizar una tasa de producción de barros de 1 L por cada metro cúbico de agua tratada, según lo establecido en las guías de ENOHSA donde se sugiere este valor como estimación preliminar para dimensionamiento de evaluación de barros.

Consideración sobre velocidad de autolimpieza: Para evitar sedimentaciones en la conducción de lodos, las guías recomiendan tener velocidades mínimas que van de los 0,6 m/s, y, por otro lado, evitar velocidades mayores a los 3,0 m/s para evitar desgastes en la misma.

- Planta compacta existente:

$$Q_{existente} = 60\ m^3/h$$
$$Producción\ de\ lodos = 60\ m^3/h\ x\ 1\ L/m^3 = 60\ L/h = 0{,}060\ m^3/h$$

- Planta compacta proyectada:

$$\mathrm{Q_{nueva}} = 23{,}16\ \mathrm{m^3/h}$$
$$\mathrm{Producción\ de\ lodos} = 60\ \mathrm{m^3/h\ x\ 1\ L/m^3} = 23{,}16\ \mathrm{L/h} = 0{,}0232\ \mathrm{m^3/h}$$

- Caudal total de lodos:

$$\mathrm{Q_{total}} = 0{,}060\ \mathrm{m^3}/h + 0{,}0232\ \mathrm{m^3}/h = 0{,}0832\ \mathrm{m^3}/h$$

Verificación de la cañería existente de PVC - Ø 200 mm:

Debido al diámetro de la cañería, se posee una sección de:

$$A = \frac{\pi\ .\ (0{,}20)^2}{4} = 0{,}0314\ \mathrm{m^2}$$

Por lo tanto, la velocidad del flujo de lodos resultante es de:

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{0{,}0832\ \mathrm{m^3}/h}{0{,}0314\ \mathrm{m^2}} = 2{,}65\ m/s$$

La velocidad de 2,65 m/s supera el mínimo de autolimpieza (de 0,6 m/s) y se encuentra inferior al limite máximo de diseño (3,0 m/s) según las guías de ENOHSA.

Por lo tanto, la conducción de barros mediante la cañería de 200 mm es adecuada para el caudal combinado generado por ambas plantas. Esto conlleva a que no es necesario modificar

el diámetro de la cañería de evacuación de barros existente, ya que posee una operación hidráulica factible.

ANEXO VI: Verificación de la impulsión y de la red de distribución

Memoria de cálculo N°1: Verificación de las bombas para la impulsión de agua cruda.

Planilla N°1: Demandas por nudo consideradas.

Planilla N°2: Estado de nudos – Impulsión de agua cruda – Escenario actual

Planilla N°3: Estado de tuberías – Impulsión de agua cruda – Escenario actual

Planilla N°4: Estado de nudos – Impulsión de agua cruda – Escenario futuro – red actual

Planilla N°5: Estado de tuberías – Impulsión de agua cruda – Escenario futuro – red actual

Planilla N°6: Estado de nudos – Impulsión de agua cruda – Escenario de proyecto

Planilla N°7: Estado de tuberías – Impulsión de agua cruda – Escenario de proyecto

Memoria de cálculo N°2: Verificación de sobrepresiones en la cañería de distribución.

Esquema N°1: Presiones resultantes – Escenario actual

Esquema N°2: Velocidades resultantes – Escenario actual

Esquema N°3: Enumeración de nudos (tanto para el escenario actual como el escenario futuro)

Esquema N°4: Enumeración de tuberías (tanto para el escenario actual como el escenario futuro)

Planilla N°7: Estado de nudos de la red – Escenario actual

Planilla N°8: Estado de las tuberías de la red – Escenario actual

Esquema N°5: Presiones resultantes – Escenario futuro

Esquema N°6: Velocidades resultantes – Escenario futuro

Planilla N°9: Estado de nudos de la red – Escenario futuro

Planilla N°10: Estado de las tuberías de la red – Escenario futuro

Esquema N°7: Presiones resultantes – Escenario de proyecto

Esquema N°8: Velocidades resultantes – Escenario de proyecto

Esquema N°9: Enumeración de nudos – Escenario de proyecto

Esquema N°10: Enumeración de tuberías – Escenario de proyecto

Planilla N°11: Estado de nudos de la red – Escenario de proyecto

Planilla N°12: Estado de las tuberías de la red – Escenario de proyecto

Memoria de cálculo N°1: Verificación de las bombas para la impulsión de agua cruda.

Del estudio realizado en los capítulos anteriores, para una frecuencia del 100% se obtuvo una altura del rio mínima de 9,78 m (cota IGN), sobre esto, se considerarán adicionalmente 50 cm por debajo del mismo, quedando un nivel de 9,28 m para realizar el cálculo de las alturas y presiones en la bomba.

A partir de la toma de agua cruda, se posee construido una cañería de impulsión de diámetro nominal 200 mm en todo el trayecto, no obstante, en todo el sector de la barranca (desde la aspiración del agua hasta superar la misma) se tiene actualmente PEAD PN10 (ya que se posee un desnivel de aproximadamente 40 m entre la costa y la parte superior de la barranca), esto se debe a que este material es más flexible que el PVC, facilita así la instalación en terrenos irregulares como lo fue en este caso, además presenta mejores resistencias a la corrosión, al impacto y posee buena durabilidad en ambientes con alta humedad y suelos agresivos. Una vez llegada la cañería hacia el nivel promedio de la calle, esta continua con el mismo diámetro hasta llegar a la planta potabilizadora, pero de material PVC.

A partir de las observaciones realizada se establecieron los siguientes datos para el comienzo del cálculo.

$Q_{impulsado}$ =	60,00 m^3/h	0,0167 m^3/s
$Q_{sin\ impulsar}$ =	23,16 m^3/h	0,0064 m^3/s
$Q_{diseño\ 2055}$ =	83,16 m^3/h	0,0231 m^3/s
n =	0,9	Rendimiento
T =	20,00 °C	Temperatura del agua
γ =	1.000 kg/m^3	Peso específico del agua
u =	1,01E-06	Viscosidad cinemática
$D_{impulsión}$ =	200,00 mm	Diámetro

Velocidades en la cañería de impulsión: En lo que respecta a bombas sumergibles, no se tienen cañerías de aspiración, por lo que, para el cálculo de la velocidad de impulsión se consideró el caudal de diseño y el área proveniente de un diámetro de 200 mm.

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V_{IMPULSIÓN} = \frac{0{,}0231\ \frac{m^3}{s}}{\frac{(0{,}200\ m)^2 * \pi}{4}} = 0{,}74\ \frac{m}{s}$$

El valor obtenido es aceptable ya que velocidades del agua por el interior de conducto inferiores a 0,5 m/s puede generar problemas de sedimentación, mientras que velocidades superiores a los 5 m/s puede originar fenómenos abrasivos en las paredes interiores de las tuberías que afectan a la durabilidad.

Longitudes y diferencias de altura a vencer en la cañería de impulsión y aspiración: El análisis comienza con la impulsión del agua en PEAD de 200 mm de diámetro, teniendo una longitud de 206,50 m en total y una diferencia de altura desde la toma hasta encima de la barranca (punto de cambio de PEAD a PVC) de 47,45 m.

Posteriormente, una vez que se realiza el cambio de material, el diámetro se mantiene, por lo que, el recorrido desde este punto hasta el terreno donde se encuentra emplazada la planta es de 689,30 m, y una diferencia de altura a vencer de 8,07 m.

Adicionalmente, se consideraron los tramos proyectados de cañería de impulsión, siendo 9,7 m de PEAD PN 10 de diámetro 150 mm y 23,47 m de PVC C6 de 100 mm de diámetro (en el Anexo X se puede observar la traza y los perfiles de todas estas cañerías mencionadas).

Por lo tanto, se obtiene una longitud total de recorrido en cañería de impulsión de 928,97 m y una diferencia de altura a vencer de 55,52 m.

Rugosidad absoluta: Para PVC, similar a PEAD:

$$k = 0.015 \text{ mm}$$

Numero de Reynolds:

$$R_e = \frac{V\,D}{u}$$

$$R_{e\ impulsión} = \frac{0{,}74\ \frac{m}{s} * \left(200\ \frac{mm}{1.000}\right)}{1.01 \text{ x } 10^{-6}} = 1.46 \text{ x } 10^{5}$$

Rugosidad relativa:

$$R_{relativa} = \frac{K}{D}$$

$$R_{relativa\ impulsión} = \frac{0.0015 \text{ mm}}{200 \text{ mm}} = 7.50 \text{ x } 10^{-6}$$

Factor de fricción: Por medio del diagrama de Moody, con el N° de Reynolds y la rugosidad relativa se obtuvo un factor de fricción de:

$$f_{impulsión} = 0.017$$

Perdida de carga por accesorios:

Perdidas de carga por accesorio (l) - impulsión			
ítem	Cantidad m	Perdida m	Perdida parcial m
Codo a 90 - 200 mm	15	5	75
Codo a 90 - 150 mm	1	4	4
Codo a 90 - 100 mm	3	2,8	8,4
Curva a 45 - 200 mm	9	3	27
Curva a 45 - 100 mm	4	1,5	6

Perdidas de carga por accesorio (l) - impulsión			
ítem	Cantidad m	Perdida m	Perdida parcial m
válvula exclusa (Compuerta) - 200 mm	2	170	340
válvula exclusa (Compuerta) - 150 mm	1	100	100
válvula exclusa (Compuerta) - 100 mm	1	70	70
Medidor - 200 mm	1	100	100
Medidor - 100 mm	1	50	50
Te	1	3	3
Válvula reguladora de caudal - 200 mm	1	50	50
Válvula reguladora de caudal - 100 mm	1	30	30
Válvula de limpieza/purga - 200 mm	3	20	60
Total			923,40 m

Longitud equivalente:

$$L_e = L + L_{recorrido}$$

$$L_e \text{ impulsión} = 928{,}97 \text{ m} + 923{,}40 \text{ m} = 1852{,}37 \text{ m}$$

Perdida de carga en cañería: Se obtiene por medio de la fórmula de Darcy-Weisbach:

$$H_r = f * \frac{L_t}{\emptyset} * \frac{V^2}{2g}$$

$$H_{r_{impulsión}} = 0.017 * \frac{1852{,}37 \text{ m}}{\left(200 \frac{mm}{1000}\right)} * \frac{\left(0.74 \frac{m}{s}\right)^2}{2 * \left(9.8 \frac{m}{s^2}\right)} = 4{,}34 \text{ m}$$

Perdidas de carga por inercia de la masa líquida a la salida de la cañería:

$$h_v = \frac{v^2}{2g}$$

$$h_v = \frac{\left(0.74 \frac{m}{s}\right)^2}{2 * 9.8 \frac{m}{s^2}} = 0{,}028 \text{ m}$$

Altura manométrica (H_{man}):

$$H_{man} = (55{,}52 \text{ m} + 4{,}34 \text{ m} + 0{,}028 \text{ m}) = 59{,}89 \text{ m}$$

Cálculo de la potencia de la bomba:

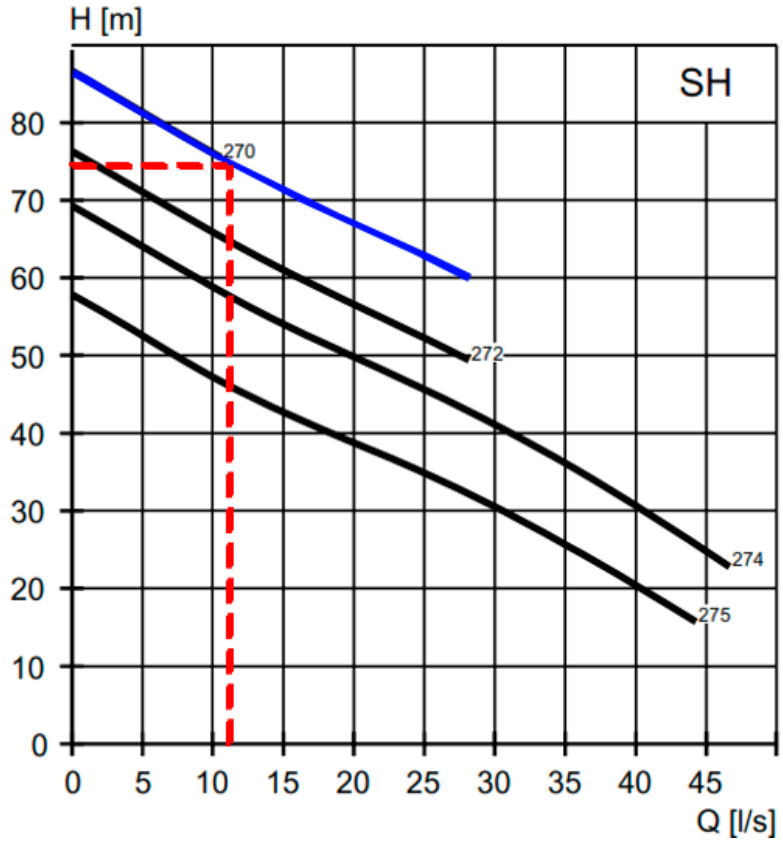
$$N = \frac{Q \gamma H_{man}}{n * 75}$$

$$N = \frac{0.0231\ \frac{m3}{s} * \ 1.000\ \frac{kg}{m^3} * 59{,}89\ m}{0.9 * 75} = 20{,}50\ CV = 20{,}22\ HP$$

Caudal a impulsar por bomba: 41,58 m^3/h = 11.55 l/s (dos en paralelo).

Para estos valores, se opto por adoptar tres bombas sumergibles Flygt 3171- N – SH con la curva 270. Estas son capaces de impulsar como máximo 12 lts/s hasta una altura manométrica de 75 m cada una de ellas. De esta configuración adoptada, solamente dos trabajaran para llevar a cabo la impulsión, mientras que la tercera bomba quedara para cambio de las anteriores ante defectos o problemas que ocurriesen en las bombas. A continuación, se especifican las características de éstas y en la figura se observa el rendimiento de esta.

Potencia nominal kw	Potencia nominal HP	Curva	RPM	Corriente nominal - A	Corriente inicial - A	Factor de potencia	Instalación
22	30	270	2925	38	269	0,93	P,S,T,Z



Planilla N°1: Demandas por nudo consideradas.

Demanda por nudo - Actualidad			Demanda por lote		0,11 m³/h
Nudos	Lotes	Demanda (m³/h)	Nudos	Lotes	Demanda (m³/h)
10	2	0,22	114	7	0,77
11	2	0,22	91	4	0,44
19	3	0,33	87	6	0,66
18	7	0,77	92	4	0,44
36	6	0,66	80	6	0,66
40	10	1,10	77	3	0,33
59	7	0,77	69	4	0,44
75	7	0,77	57	8	0,88
97	11	1,21	61	4	0,44
100	2	0,22	55	6	0,66
107	3	0,33	50	7	0,77
122	3	0,33	31	2	0,22
125	2	0,22	33	2	0,22
127	2	0,22	20	1	0,11
133	1	0,11	26	6	0,66
135	1	0,11	47	6	0,66
123	5	0,55	46	0	0,00
102	1	7,21	41	4	0,44
141	4	0,44	49	3	0,33
142	3	0,33	56	3	0,33
158	7	0,77	66	10	1,10
165	6	0,66	53	6	0,66
178	2	0,22	54	5	0,55
193	1	14,41	52	1	0,11
197	1	0,11	64	4	0,44
160	3	0,33	65	1	0,11
157	5	0,55	74	6	0,66
156	8	0,88	67	6	0,66
177	7	0,77	88	3	0,33
176	2	0,22	83	3	0,33
175	8	0,88	84	2	0,22
174	4	0,44	108	6	0,66
170	6	0,66	109	5	0,55
159	4	0,44	111	0	0,00
173	2	0,22	132	2	0,22
154	13	1,43	147	3	0,33
155	5	0,55	145	5	0,55
152	7	0,77	161	4	0,44
139	6	0,66	162	12	1,32
124	7	0,77	172	3	0,33

Demanda por nudo Año 2055			Demanda por lote		0,11 m³/h
Nudos	Lotes	Demanda (m³/h)	Nudos	Lotes	Demanda (m³/h)
10	3	0,33	114	8	0,88
11	2	0,22	91	5	0,55
19	4	0,44	87	9	0,99
18	8	0,88	92	4	0,44
36	7	0,77	80	6	0,66
40	11	1,21	77	3	0,33
59	8	0,88	69	4	0,44
75	9	0,99	57	10	1,10
97	11	1,21	61	4	0,44
100	2	0,22	55	6	0,66
107	3	0,33	50	7	0,77
122	3	0,33	31	2	0,22
125	2	0,22	33	2	0,22
127	2	0,22	20	1	0,11
133	1	0,11	26	7	0,77
135	1	0,11	47	9	0,99
123	5	0,55	46	1	0,11
102	1	9,19	41	4	0,44
141	4	0,44	49	4	0,44
142	3	0,33	56	7	0,77
158	7	0,77	66	10	1,10
165	6	0,66	53	12	1,32
178	2	0,22	54	11	1,21
193	1	18,37	52	6	0,66
197	1	0,11	64	4	0,44
160	3	0,33	65	1	0,11
157	6	0,66	74	6	0,66
156	9	0,99	67	7	0,77
177	7	0,77	88	3	0,33
176	2	0,22	83	3	0,33
175	12	1,32	84	4	0,44
174	8	0,88	108	6	0,66
170	6	0,66	109	5	0,55
159	4	0,44	111	2	0,22
173	2	0,22	132	9	0,99
154	13	1,43	147	5	0,55
155	7	0,77	145	9	0,99
152	7	0,77	161	5	0,55
139	7	0,77	162	12	1,32
124	7	0,77	172	3	0,33

Demanda por nudo - Actualidad			Demanda por lote		0,11 m^3/h
Nudos	Lotes	Demanda (m^3/h)	Nudos	Lotes	Demanda (m^3/h)
128	2	0,22	179	2	0,22
120	2	0,22	163	7	0,77
117	5	0,55	143	8	0,88
119	9	0,99	129	5	0,55
137	15	1,65	130	1	0,11
118	10	1,10	105	3	0,33
101	4	0,44	104	2	0,22
90	2	0,22	106	6	0,66
94	15	1,65	86	11	1,21
95	1	0,11	81	4	0,44
96	0	0,00	82	9	0,99
68	11	1,21	63	6	0,66
58	11	1,21	39	2	0,22
60	9	0,99	22	0	0,00
42	8	0,88	4	2	0,22
37	9	0,99	15	1	0,11
30	1	0,11	5	4	0,44
38	3	0,33	23	4	0,44
24	0	0,00	16	0	0,00
44	7	0,77	6	2	0,22
45	4	0,44	28	1	0,11
48	3	0,33	3'	0	0,00
62	4	0,44	32	0	0,00
76	4	0,44	17	0	0,00
79	3	0,33	29	0	0,00
70	2	0,22	35	2	0,22
78	1	0,11	27	6	0,66
72	1	0,11	25	1	0,11
89	3	0,33	14	12	1,32
85	3	0,33	12	3	0,33
93	5	0,55	13	7	0,77
113	5	0,55	3	2	0,22
115	4	0,44	2	4	0,44
136	7	0,77	1	0	0,00
121	2	2,18	8	1	0,11
138	3	0,33	7	0	0,00
151	5	0,55	2'	0	0,00
153	4	0,44	1'	0	0,00
150	2	0,22	43	3	0,33
149	4	0,44	71	5	0,55
171	7	0,77	73	2	0,22

Demanda por nudo Año 2055			Demanda por lote		0,11 m^3/h
Nudos	Lotes	Demanda (m^3/h)	Nudos	Lotes	Demanda (m^3/h)
128	2	0,22	179	2	0,22
120	2	0,22	163	10	1,10
117	5	0,55	143	9	0,99
119	9	0,99	129	8	0,88
137	15	1,65	130	8	0,88
118	11	1,21	105	6	0,66
101	4	0,44	104	3	0,33
90	2	0,22	106	9	0,99
94	19	2,09	86	12	1,32
95	1	0,11	81	4	0,44
96	0	0,00	82	10	1,10
68	11	1,21	63	9	0,99
58	11	1,21	39	2	0,22
60	9	0,99	22	1	0,11
42	11	1,21	4	3	0,33
37	11	1,21	15	3	0,33
30	1	0,11	5	5	0,55
38	3	0,33	23	5	0,55
24	1	0,11	16	3	0,33
44	8	0,88	6	4	0,44
45	5	0,55	28	5	0,55
48	4	0,44	3'	5	0,55
62	9	0,99	32	5	0,55
76	6	0,66	17	1	0,11
79	3	0,33	29	5	0,55
70	2	0,22	35	3	0,33
78	1	0,11	27	8	0,88
72	1	0,11	25	3	0,33
89	4	0,44	14	12	1,32
85	3	0,33	12	6	0,66
93	5	0,55	13	7	0,77
113	5	0,55	3	3	0,33
115	4	0,44	2	4	0,44
136	8	0,88	1	1	0,11
121	2	2,78	8	4	0,44
138	3	0,33	7	5	0,55
151	5	0,55	2'	6	0,66
153	4	0,44	1'	10	1,10
150	2	0,22	43	11	1,21
149	4	0,44	71	5	0,55
171	7	0,77	73	2	0,22

Demanda por nudo - Actualidad			Demanda por lote		0,11 m^3/h
Nudos	Lotes	Demanda (m^3/h)	Nudos	Lotes	Demanda (m^3/h)
194	2	0,22	182	1	5,38
195	1	0,11	231	6	0,66
196	2	0,22	230	2	0,22
189	3	0,33	234	6	0,66
188	2	0,22	232	3	0,33
192	7	0,77	235	4	0,44
202	0	0,00	233	2	0,22
201	3	0,33	228	2	0,22
208	2	0,22	227	11	1,21
207	4	0,44	229	3	0,33
206	4	0,44	226	1	0,11
205	4	0,44	225	8	0,88
200	5	0,55	224	9	0,99
199	3	0,33	223	6	0,66
190	4	0,44	222	3	0,33
187	1	0,11	220	5	0,55
191	5	0,55	217	1	0,11
186	2	0,22	218	8	0,88
204	3	0,33	221	6	0,66
203	1	1,29	219	0	0,00
198	2	0,22	215	1	0,11
168	5	0,55	216	1	0,11
167	6	0,66	213	4	0,44
169	5	0,55	214	2	0,22
166	7	0,77	212	2	0,22
164	2	0,22	210	3	0,33
146	6	0,66	209	5	0,55
148	5	0,55	211	5	0,55
144	2	0,22	14'	0	0,00
140	2	0,22	13'	0	0,00
134	5	0,55	9'	0	0,00
131	4	0,44	10'	0	0,00
112	6	0,66	11'	0	0,00
110	4	0,44	12'	0	0,00
Demanda total en el sistema					130,57 m^3/h

Demanda por nudo Año 2055			Demanda por lote		0,11 m^3/h
Nudos	Lotes	Demanda (m^3/h)	Nudos	Lotes	Demanda (m^3/h)
194	2	0,22	182	1	6,96
195	1	0,11	231	8	0,88
196	2	0,22	230	7	0,77
189	4	0,44	234	6	0,66
188	2	0,22	232	6	0,66
192	8	0,88	235	6	0,66
202	2	0,22	233	3	0,33
201	8	0,88	228	3	0,33
208	2	0,22	227	12	1,32
207	5	0,55	229	6	0,66
206	6	0,66	226	7	0,77
205	6	0,66	225	10	1,10
200	8	0,88	224	10	1,10
199	6	0,66	223	13	1,43
190	4	0,44	222	3	0,33
187	5	0,55	220	9	0,99
191	6	0,66	217	6	0,66
186	3	0,33	218	9	0,99
204	4	0,44	221	10	1,10
203	1	1,71	219	6	0,66
198	3	0,33	215	10	1,10
168	5	0,55	216	6	0,66
167	7	0,77	213	9	0,99
169	5	0,55	214	9	0,99
166	7	0,77	212	6	0,66
164	2	0,22	210	3	0,33
146	7	0,77	209	9	0,99
148	6	0,66	211	12	1,32
144	2	0,22	14'	10	1,10
140	2	0,22	13'	6	0,66
134	5	0,55	9'	4	0,44
131	8	0,88	10'	4	0,44
112	8	0,88	11'	6	0,66
110	6	0,66	12'	3	0,33
Demanda total en el sistema					176,32 m^3/h

Planilla N°2: Estado de nudos - Impulsión de agua cruda – Escenario actual.

Nudo	Cota	Demanda	Altura	Presión
ID Nudo	m	m^3/h	m	m
Nudo .2	17,88	0	64,95	47,07
Nudo .4	17,88	0	64,88	47
Nudo .5	17,88	0	64,87	46,99
Nudo .6	17,88	0	64,83	46,95
Nudo .7	17,48	0	64,79	47,31
Nudo .8	17,48	0	64,76	47,28
Nudo .9	17,48	0	64,64	47,16
Nudo .10	16,54	0	64,63	48,09
Nudo .11	16,54	0	64,58	48,04
Nudo .12	52,49	0	64,49	12
Nudo .13	55,02	0	64,45	9,43
Nudo .14	55,33	0	64,42	9,09
Nudo .15	56,73	0	64,33	7,6
Nudo .16	56,28	0	64,27	7,99
Nudo .17	55,3	0	64,15	8,85
Nudo .18	57,69	0	63,91	6,22
Nudo .19	60,76	0	63,71	2,95
Nudo .20	60,05	0	63,53	3,48
Nudo .21	59,89	0	63,35	3,46
Nudo .22	58,69	0	63,16	4,47
Nudo .23	59,82	0	63,08	3,26
Nudo .3	17,88	0	64,91	47,03
Nudo .1	17,08	0	64,97	47,89
Nudo .24	58,96	0	63,02	4,06
Nudo .25	60,85	0	62,98	2,13
Nudo .26	61,03	0	62,96	1,93
Nudo .33	61,43	0	62,95	1,52
Nudo .34	61,55	0	62,94	1,39
Nudo .35	61,8	0	62,9	1,1
Nudo .36	62,1	0	62,89	0,79
Nudo .37	62,1	0	62,85	0,75
Nudo .PTAP-Modulo-Existente	64,8	69,44	62,81	-1,99
Nudo .0	9,28	0	64,99	55,71
Embalse Inicio-Toma-Nudo0	9,28	-69,44	9,28	0

Planilla N°3: Estado de las Tuberías - Impulsión de agua cruda – Escenario actual.

Tubería	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Caudal	Velocidad	Pérdida Unit.	Factor de Fricción
ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km	-
Tubería .2	1,1	200	0,0015	69,44	0,61	33,08	0,344
Tubería .4	0,6	200	0,0015	69,44	0,61	20,86	0,217
Tubería .5	0,9	200	0,0015	69,44	0,61	40,06	0,417
Tubería .6	0,4	200	0,0015	69,44	0,61	88,08	0,917
Tubería .7	1	200	0,0015	69,44	0,61	36,22	0,377
Tubería .8	48,41	200	0,0015	69,44	0,61	2,37	0,025
Tubería .9	2,43	200	0,0015	69,44	0,61	6,4	0,067
Tubería .10	24,83	200	0,0015	69,44	0,61	2,12	0,022
Tubería .11	46,5	200	0,0015	69,44	0,61	1,9	0,02
Tubería .12	16,96	200	0,0015	69,44	0,61	2,34	0,024
Tubería .13	6,62	200	0,0015	69,44	0,61	3,4	0,035
Tubería .14	47,65	200	0,0015	69,44	0,61	1,9	0,02
Tubería .15	20,87	200	0,0015	69,44	0,61	3,31	0,034
Tubería .16	62,3	200	0,0015	69,44	0,61	1,84	0,019
Tubería .17	127,16	200	0,0015	69,44	0,61	1,93	0,02
Tubería .18	111,74	200	0,0015	69,44	0,61	1,76	0,018
Tubería .19	100,9	200	0,0015	69,44	0,61	1,77	0,018
Tubería .20	104	200	0,0015	69,44	0,61	1,77	0,018
Tubería .21	105,7	200	0,0015	69,44	0,61	1,77	0,018
Tubería .22	24,73	200	0,0015	69,44	0,61	3,05	0,032
Tubería .3	0,5	200	0,0015	69,44	0,61	70,79	0,737
Tubería .1	0,8	200	0,0015	69,44	0,61	20,86	0,217
Tubería 1	15,78	200	0,0015	69,44	0,61	3,85	0,04
Tubería 2	7,79	200	0,0015	69,44	0,61	6,09	0,063
Tubería 3	0,41	200	0,0015	69,44	0,61	29,75	0,31
Tubería 4	0,47	200	0,0015	69,44	0,61	26,17	0,273
Tubería 5	0,51	200	0,0015	69,44	0,61	24,25	0,253
Tubería 6	1,34	200	0,0015	69,44	0,61	27,45	0,286
Tubería 7	0,77	200	0,0015	69,44	0,61	16,62	0,173
Tubería 8	2,12	200	0,0015	69,44	0,61	17,96	0,187
Tubería 9	2,7	200	0,0015	69,44	0,61	14,46	0,151

Tubería	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Caudal	Velocidad	Pérdida Unit.	Factor de Fricción
ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km	-
Tubería 10	7,8	200	0,0015	69,44	0,61	3,13	0,033
Bomba B1	Sin Valor	Sin Valor	Sin Valor	69,44	0	-55,71	0

Planilla N°4: Estado de los Nudos - Impulsión de agua cruda – Escenario futuro – red actual

Nudo	Cota	Demanda	Altura	Presión
ID Nudo	m	m^3/h	m	m
Nudo .2	17,88	0	61,12	43,24
Nudo .4	17,88	0	61,02	43,14
Nudo .5	17,88	0	61	43,12
Nudo .6	17,88	0	60,95	43,07
Nudo .7	17,48	0	60,9	43,42
Nudo .8	17,48	0	60,85	43,37
Nudo .9	17,48	0	60,69	43,21
Nudo .10	16,54	0	60,66	44,12
Nudo .11	16,54	0	60,59	44,05
Nudo .12	52,49	0	60,47	7,98
Nudo .13	55,02	0	60,41	5,39
Nudo .14	55,33	0	60,38	5,05
Nudo .15	56,73	0	60,26	3,53
Nudo .16	56,28	0	60,16	3,88
Nudo .17	55,3	0	60	4,7
Nudo .18	57,69	0	59,66	1,97
Nudo .19	60,76	0	59,39	-1,37
Nudo .20	60,05	0	59,14	-0,91
Nudo .21	59,89	0	58,88	-1,01
Nudo .22	58,69	0	58,62	-0,07
Nudo .23	59,82	0	58,52	-1,3
Nudo .3	17,88	0	61,07	43,19
Nudo .1	17,08	0	61,15	44,07
Nudo .24	58,96	0	58,43	-0,53
Nudo .25	60,85	0	58,36	-2,49
Nudo .26	61,03	0	58,35	-2,68
Nudo .33	61,43	0	58,33	-3,1
Nudo .34	61,55	0	58,31	-3,24
Nudo .35	61,8	0	58,26	-3,54
Nudo .36	62,1	0	58,24	-3,86
Nudo .37	62,1	0	58,19	-3,91
Nudo .PTAP-Modulo-Existente	64,8	83,16	58,13	-6,67
Nudo .0	9,28	0	61,18	51,9
Embalse Inicio-Toma-Nudo0	9,28	-83,16	9,28	0

Planilla N°5: Estado de las Tuberías - Impulsión de agua cruda – Escenario futuro – red actual

Tubería	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Caudal	Velocidad	Pérdida Unit.	Factor de Fricción
ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km	-
Tubería .2	1,1	200	0,0015	83,16	0,74	47,36	0,344
Tubería .4	0,6	200	0,0015	83,16	0,74	29,83	0,217
Tubería .5	0,9	200	0,0015	83,16	0,74	57,38	0,417
Tubería .6	0,4	200	0,0015	83,16	0,74	126,22	0,917
Tubería .7	1	200	0,0015	83,16	0,74	51,86	0,377
Tubería .8	48,41	200	0,0015	83,16	0,74	3,31	0,024
Tubería .9	2,43	200	0,0015	83,16	0,74	9,09	0,066
Tubería .10	24,83	200	0,0015	83,16	0,74	2,96	0,021
Tubería .11	46,5	200	0,0015	83,16	0,74	2,65	0,019
Tubería .12	16,96	200	0,0015	83,16	0,74	3,27	0,024
Tubería .13	6,62	200	0,0015	83,16	0,74	4,79	0,035
Tubería .14	47,65	200	0,0015	83,16	0,74	2,64	0,019
Tubería .15	20,87	200	0,0015	83,16	0,74	4,67	0,034
Tubería .16	62,3	200	0,0015	83,16	0,74	2,56	0,019
Tubería .17	127,16	200	0,0015	83,16	0,74	2,68	0,019
Tubería .18	111,74	200	0,0015	83,16	0,74	2,44	0,018
Tubería .19	100,9	200	0,0015	83,16	0,74	2,45	0,018
Tubería .20	104	200	0,0015	83,16	0,74	2,45	0,018
Tubería .21	105,7	200	0,0015	83,16	0,74	2,45	0,018
Tubería .22	24,73	200	0,0015	83,16	0,74	4,3	0,031
Tubería .3	0,5	200	0,0015	83,16	0,74	101,44	0,737
Tubería .1	0,8	200	0,0015	83,16	0,74	29,84	0,217
Tubería 1	15,78	200	0,0015	83,16	0,74	5,43	0,039
Tubería 2	7,79	200	0,0015	83,16	0,74	8,65	0,063
Tubería 3	0,41	200	0,0015	83,16	0,74	42,6	0,309
Tubería 4	0,47	200	0,0015	83,16	0,74	37,45	0,272
Tubería 5	0,51	200	0,0015	83,16	0,74	34,69	0,252
Tubería 6	1,34	200	0,0015	83,16	0,74	39,29	0,285
Tubería 7	0,77	200	0,0015	83,16	0,74	23,75	0,172
Tubería 8	2,12	200	0,0015	83,16	0,74	25,68	0,186

Tubería	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Caudal	Velocidad	Pérdida Unit.	Factor de Fricción
ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km	-
Tubería 9	2,7	200	0,0015	83,16	0,74	20,65	0,15
Tubería 10	7,8	200	0,0015	83,16	0,74	4,41	0,032
Bomba B1	Sin Valor	Sin Valor	Sin Valor	83,16	0	-51,9	0

Planilla N°6: Estado de los nudos – Impulsión de agua cruda – Escenario de proyecto

Nudo	Cota	Demanda	Altura	Presión
ID Nudo	m	m^3/h	m	m
Nudo .2	17,88	0	82,69	64,81
Nudo .4	17,88	0	82,66	64,78
Nudo .5	17,88	0	82,65	64,77
Nudo .6	17,88	0	82,59	64,71
Nudo .7	17,48	0	82,54	65,06
Nudo .8	17,48	0	82,49	65,01
Nudo .9	17,48	0	82,33	64,85
Nudo .10	16,54	0	82,31	65,77
Nudo .11	16,54	0	82,24	65,7
Nudo .12	52,49	0	82,11	29,62
Nudo .13	55,02	0	82,06	27,04
Nudo .14	55,33	0	82,03	26,7
Nudo .15	56,73	0	81,9	25,17
Nudo .16	56,28	0	81,8	25,52
Nudo .17	55,3	0	81,64	26,34
Nudo .18	57,69	0	81,3	23,61
Nudo .19	60,76	0	81,03	20,27
Nudo .20	60,05	0	80,78	20,73
Nudo .21	59,89	0	80,53	20,64
Nudo .22	58,69	0	80,27	21,58
Nudo .23	59,82	0	80,16	20,34
Nudo .3	17,88	0	82,68	64,8
Nudo .1	17,08	0	82,7	65,62
Nudo .24	58,96	0	80,08	21,12
Nudo .25	60,85	0	80,01	19,16
Nudo .26	61,03	0	79,99	18,96
Nudo .33	61,43	0	79,98	18,55
Nudo .34	61,55	0	79,97	18,42
Nudo .35	61,8	0	79,95	18,15
Nudo .36	62,1	0	79,94	17,84
Nudo .37	62,1	0	79,91	17,81
Nudo .PTAP-Modulo-Existente	64,8	60	79,88	15,08
Nudo .27	61,45	0	79,92	18,47
Nudo .28	61,75	0	79,82	18,07
Nudo .29	61,8	0	79,78	17,98
Nudo .30	62,1	0	79,76	17,66
Nudo .31	62,1	0	79,72	17,62
Nudo .PTAP-Modulo-Proyectado	64,8	23,16	79,64	14,84
Nudo Proyect.1	17,08	0	82,72	65,64

Nudo	Cota	Demanda	Altura	Presión
ID Nudo	m	m^3/h	m	m
Nudo Proyect.2	17,88	0	82,71	64,83
Nudo Nudo0	9,28	0	82,75	73,47
Nudo Nudo0*	9,28	0	82,71	73,43
Embalse Inicio-Toma-Nudo0	9,28	-41,67	9,28	0
Embalse Inicio-Toma-Nudo0*	9,28	-41,49	9,28	0

Planilla N°6: Estado de las tuberías – Impulsión de agua cruda – Escenario de proyecto

Tubería	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Caudal	Velocidad	Pérdida Unit.	Factor de Fricción
ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km	-
Tubería .2	1,1	200	0,0015	41,67	0,37	11,97	0,346
Tubería .4	0,6	200	0,0015	83,16	0,74	29,83	0,217
Tubería .5	0,9	200	0,0015	83,16	0,74	57,37	0,417
Tubería .6	0,4	200	0,0015	83,16	0,74	126,22	0,917
Tubería .7	1	200	0,0015	83,16	0,74	51,87	0,377
Tubería .8	48,41	200	0,0015	83,16	0,74	3,32	0,024
Tubería .9	2,43	200	0,0015	83,16	0,74	9,09	0,066
Tubería .10	24,83	200	0,0015	83,16	0,74	2,96	0,021
Tubería .11	46,5	200	0,0015	83,16	0,74	2,65	0,019
Tubería .12	16,96	200	0,0015	83,16	0,74	3,26	0,024
Tubería .13	6,62	200	0,0015	83,16	0,74	4,79	0,035
Tubería .14	47,65	200	0,0015	83,16	0,74	2,64	0,019
Tubería .15	20,87	200	0,0015	83,16	0,74	4,67	0,034
Tubería .16	62,3	200	0,0015	83,16	0,74	2,56	0,019
Tubería .17	127,16	200	0,0015	83,16	0,74	2,68	0,019
Tubería .18	111,74	200	0,0015	83,16	0,74	2,44	0,018
Tubería .19	100,9	200	0,0015	83,16	0,74	2,45	0,018
Tubería .20	104	200	0,0015	83,16	0,74	2,45	0,018
Tubería .21	105,7	200	0,0015	83,16	0,74	2,45	0,018
Tubería .22	24,73	200	0,0015	83,16	0,74	4,3	0,031
Tubería .3	0,5	200	0,0015	41,67	0,37	25,56	0,739
Tubería .1	0,8	200	0,0015	41,67	0,37	7,58	0,219
Tubería 1	15,78	200	0,0015	83,16	0,74	5,43	0,039
Tubería 2	7,79	200	0,0015	83,16	0,74	8,65	0,063
Tubería 3	0,41	200	0,0015	83,16	0,74	42,61	0,309
Tubería 4	0,47	200	0,0015	60	0,53	19,57	0,273
Tubería 5	0,51	200	0,0015	60	0,53	18,13	0,253
Tubería 6	1,34	200	0,0015	60	0,53	20,53	0,286
Tubería 7	0,77	200	0,0015	60	0,53	12,44	0,174
Tubería 8	2,12	200	0,0015	60	0,53	13,45	0,188
Tubería 9	2,7	200	0,0015	60	0,53	10,83	0,151
Tubería 10	1,27	100	0,0015	23,16	0,82	54,87	0,161
Tubería 11	12,41	100	0,0015	23,16	0,82	8,08	0,024
Tubería 12	3,16	100	0,0015	23,16	0,82	12,92	0,038
Tubería 13	0,6	100	0,0015	23,16	0,82	40,6	0,119
Tubería 14	3,33	100	0,0015	23,16	0,82	12,58	0,037
Tubería 15	2,7	100	0,0015	23,16	0,82	29,21	0,085
Tubería 16	1,1	150	0,0015	41,49	0,65	38,07	0,264
Tubería 17	0,8	150	0,0015	41,49	0,65	18,87	0,131
Tubería 0.	7,8	150	0,0015	41,49	0,65	4,28	0,03
Tubería 18	7,8	200	0,0015	41,67	0,37	1,2	0,035
Bomba B1	Sin Valor	Sin Valor	Sin Valor	41,67	0	-73,43	0
Bomba 19	Sin Valor	Sin Valor	Sin Valor	41,49	0	-73,47	0

Memoria de cálculo N°2: Verificación de sobrepresiones en la cañería de distribución.

Material	PEAD	
D_{ext}	0,20 m	
D_{int}	0,18 m	
Espesor	0,02 m	
ε	2,20E+09 N/m^2	Módulo de compresibilidad del agua
Longitud de cañería	928,97 m	
E	1,00E+09 N/m^2	Módulo de elasticidad del material de la conducción

A su vez, se presentan los datos de la instalación.

Hg	55,52 m	Diferencia altimétrica
Hm	59,89 m.c.a.	Altura manométrica de la instalación
Q	0,02310 m^3/s	
v	0,74 m/s	Velocidad del agua en la instalación
i (%)	4,97	Pendiente media de la instalación
p	1.000,00 kg/m3	Peso específico del fluido
g	9,81 m/s2	Gravedad
γ	9810,00 N/m3	

Con estos datos se calculó la frecuencia de propagación de la onda de presión mediante la ecuación la siguiente ecuación.

$$T_c = \frac{2 \text{ x } L}{c}$$

Siendo:

- C: Celeridad de la conducción en m/s.

$$C = \frac{\sqrt{\frac{\varepsilon}{\gamma}}}{\sqrt{1 + \frac{\varepsilon \ D_{ext}}{e \ E}}}$$

Por lo tanto, se obtuvo:

$$C = \frac{\sqrt{\frac{2{,}20E+09 \text{ N/m2}}{9810 \text{ N/m3}}}}{\sqrt{1 + \frac{2{,}20E+09 \frac{N}{m2} \ \ 0.20 \text{ m}}{0{,}02 \text{ m} * \ 1{,}00E+09 \text{ N/m2}}}} = 96{,}83 \text{ m/s}$$

$$T_c = \frac{2 \text{ x } 928{,}97 \text{ m}}{96{,}83 \text{ m/s}} = 19{,}19 \text{ s}$$

Con estos valores se calculó el tiempo de parada del agua (fórmula de Mendiluce) y la longitud critica.

$$T = c + \frac{K\ L\ v}{g\ H_m}$$

Siendo:

- K y c: Coeficientes de ajuste determinados experimentalmente.
- L: Longitud de la cañería
- V: Velocidad del fluido.
- g: Aceleración de la gravedad.
- Hm: Altura manométrica de la instalación.
- T: Tiempo de parada del agua (fórmula de Mendiluce).

$$L_c = \frac{C\ T}{2}$$

Coeficiente de ajuste K:

L (m)	K
< 500	2
500	1,75
500 < L < 1.500	1,5
1.500	1,25
>1.500	1

Coeficiente de ajuste c:

i	c
< 20%	1
25%	0,8
30%	0,6
40%	0,4
> 50%	0

Teniendo una longitud de cañería de 928,97 m se obtiene un coeficiente K de 1,5 y para la pendiente media un valor de c de 1.

$$T = 1 + \frac{1{,}5\ 928{,}97\ \text{m}\ 0{,}74\ \text{m/s}}{9{,}8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\ 59{,}89\ \text{m}} = 2{,}74\ \text{s (cierre brusco)}$$

$$L_c = \frac{96{,}83 \frac{\text{m}}{\text{s}}\ 2{,}74\ \text{s}}{2} = 132{,}85\ \text{m}$$

Como el tiempo de parada del agua es menor que el tiempo frecuencia de propagación de la onda $T < T_c$ se utiliza la fórmula de Allievi para el cálculo de la sobrepresión.

$$\Delta P = \frac{c\ v}{g}$$

Por lo tanto:

$$\Delta P = \frac{96{,}83\,\frac{m}{s}\ 0{,}74\,\frac{m}{s}}{9{,}8\ m/s^2} = 7{,}26\ m.c.a$$

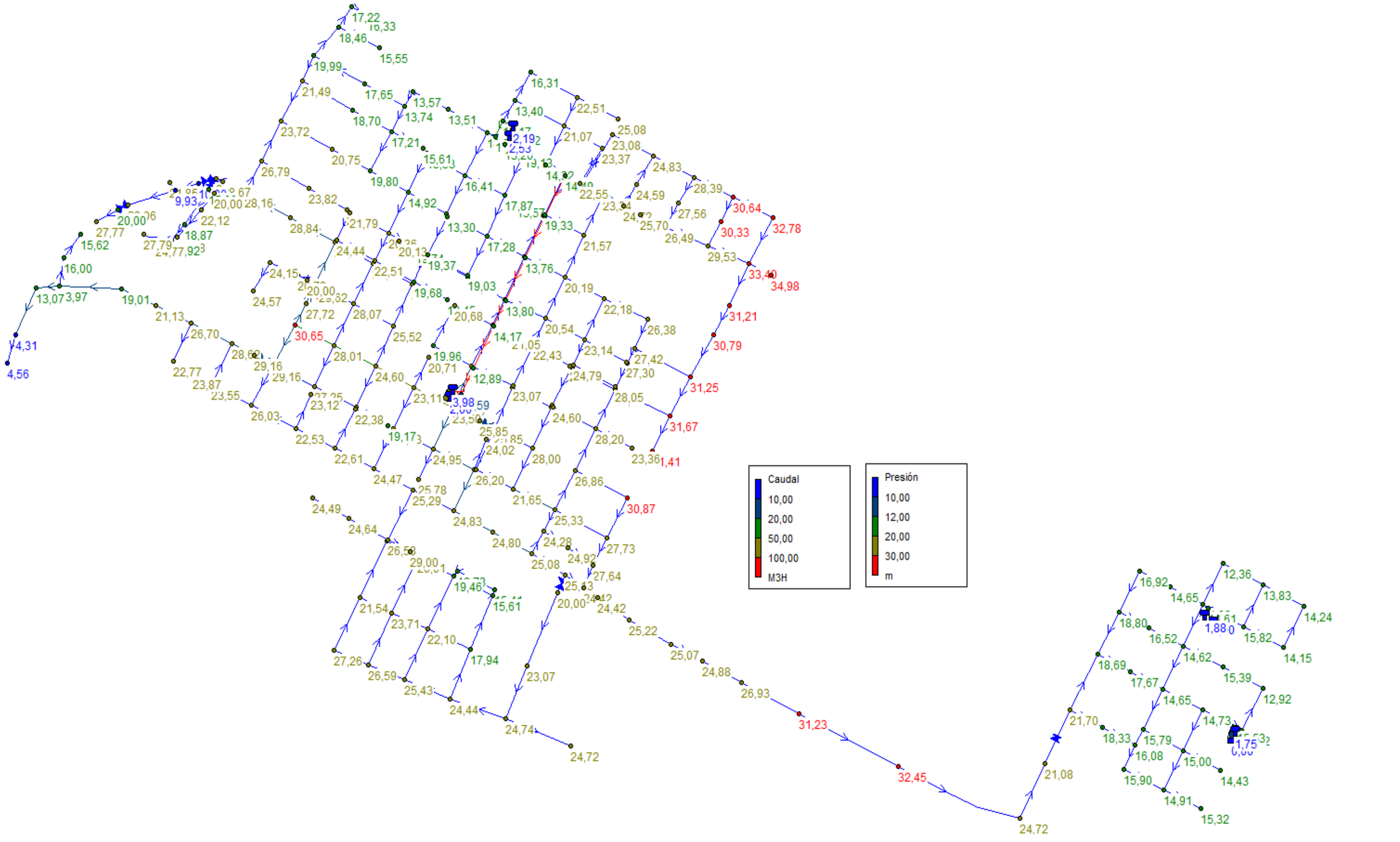
Ya que el tiempo de maniobra es de cierre brusco (2,74 s) y se posee una longitud de instalación considerada, la presión máxima se establecerá de forma constante en toda la cañería y a partir de la longitud critica comenzará a decrecer en forma proporcional hasta llegar a la descarga. Como es de interés para este punto, verificar la presión máxima que se tiene en la cañería, se considerara la presión del nudo 0 (inicial) cuyo valor es 73,47 m.c.a obtenida en EPANET para el sistema de proyecto.

Finalmente, considerando que la cañería existente soporta hasta 100 m.c.a.:

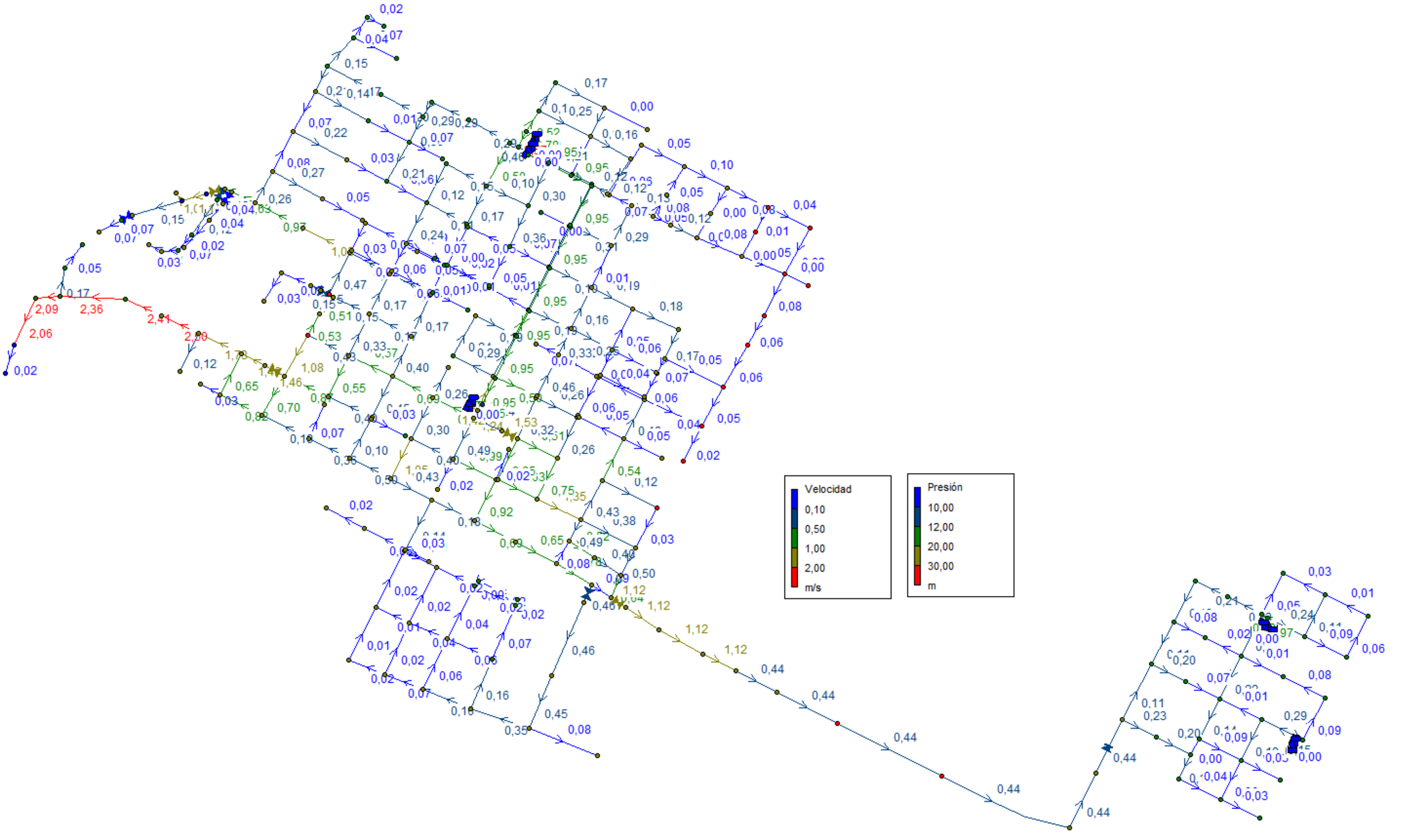
$$\Delta P + P = 7{,}26\ m.c.a. + 73{,}47\ m.c.a. = 80{,}73\ m.c.a. < 100\ m.c.a.$$

Por lo tanto, el material logra resistir la sobrepresión exigida en la cañería y se comprueba que la instalación no tendrá inconvenientes en su función.

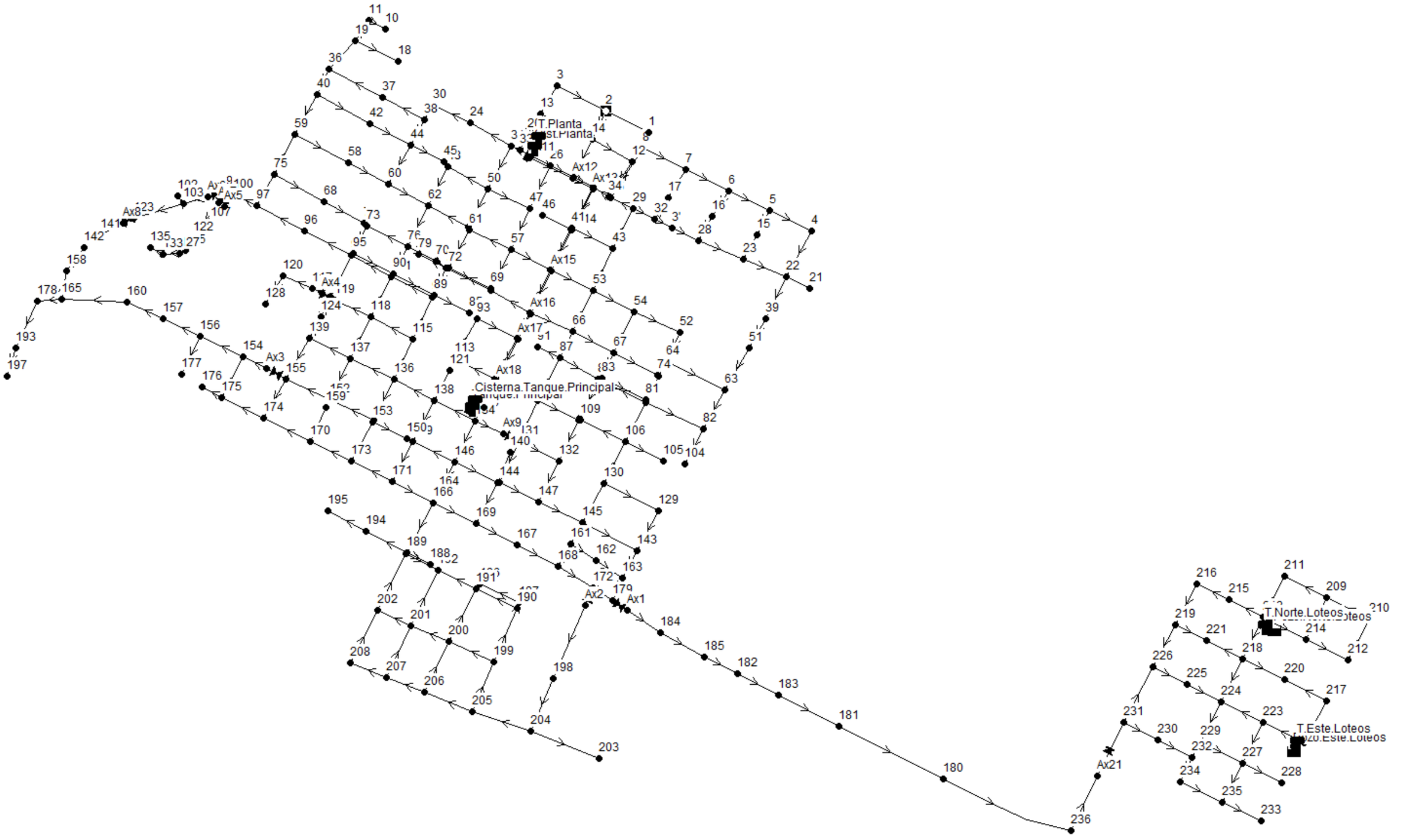
Esquema N°1: **Presiones resultantes – Escenario actual**



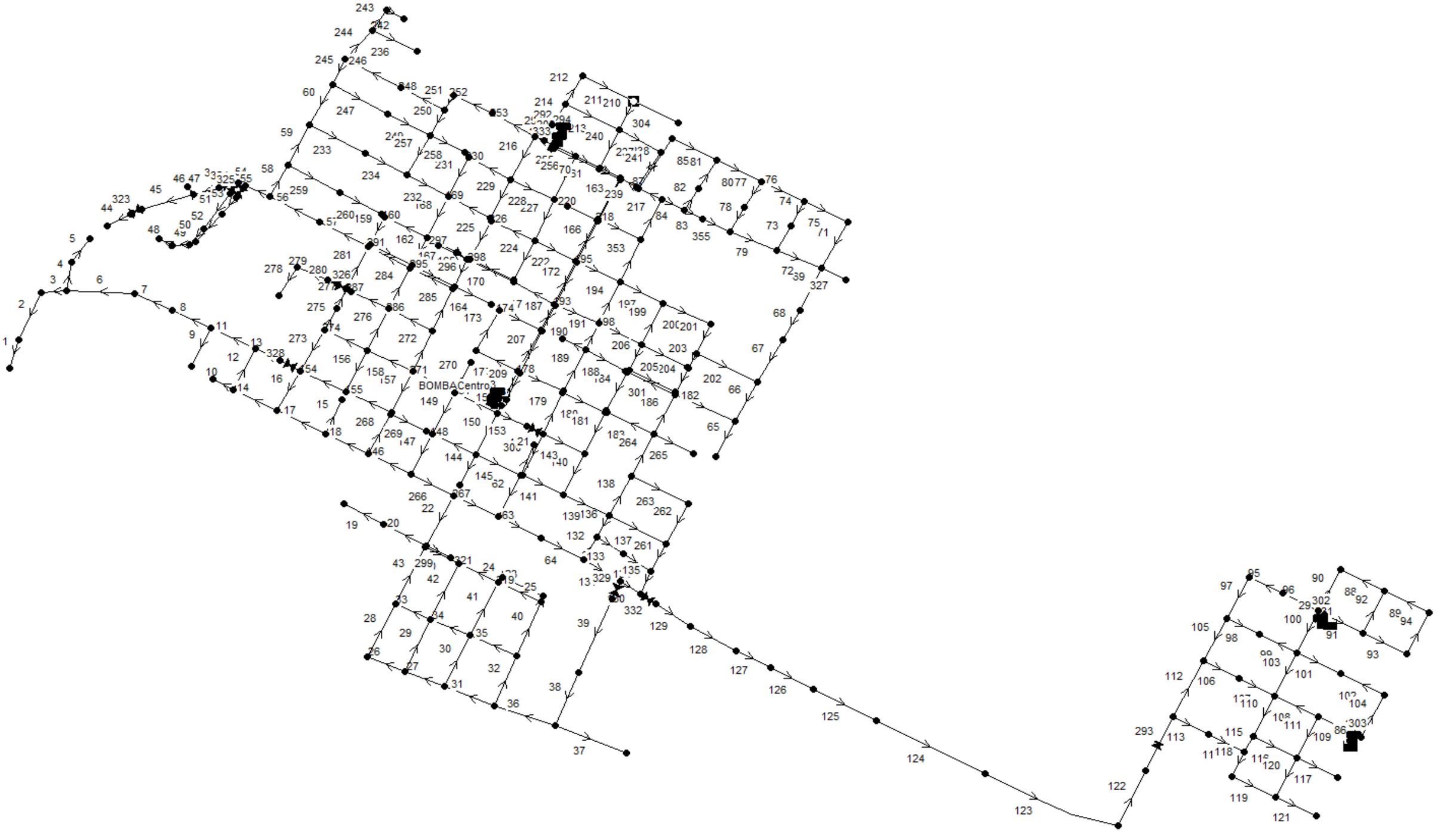
Esquema N°2: Velocidades resultantes – Escenario actual



Esquema N°3: Enumeración de nudos (tanto para el escenario actual como el escenario futuro)



Esquema N°4: Enumeración de tuberías (tanto para el escenario actual como el escenario futuro)



Planilla N°7: Estado de nudos en la red – Escenario actual

Estado de los Nudos de la Red (Escenario actual)														
ID Nudo	Cota	Demanda	Altura	Presión	ID Nudo	Cota	Demanda	Altura	Presión	ID Nudo	Cota	Demanda	Altura	Presión
-	m	m^3/h	m	m	-	m	m^3/h	m	m	-	m	m^3/h	m	m
Nudo 2	54,01	0,48	76,52	22,51	Nudo 112	53,44	0,72	81,11	27,67	Nudo 204	44,58	0,36	69,32	24,74
Nudo 3	60,3	0,24	76,61	16,31	Nudo 113	56,91	0,6	76,87	19,96	Nudo 205	44,59	0,48	69,03	24,44
Nudo 4	42,85	0,24	75,63	32,78	Nudo 114	56,52	0,84	77,07	20,55	Nudo 206	43,53	0,48	68,96	25,43
Nudo 5	45	0,48	75,64	30,64	Nudo 115	54,74	0,48	80,26	25,52	Nudo 207	42,36	0,48	68,95	26,59
Nudo 6	47,26	0,24	75,65	28,39	Nudo 116	49,78	0	80,07	30,29	Nudo 208	41,69	0,24	68,95	27,26
Nudo 7	50,85	0	75,68	24,83	Nudo 117	48,95	0,6	69,74	20,79	Nudo 209	47,65	0,6	61,48	13,83
Nudo 8	52,61	0,12	75,69	23,08	Nudo 118	52,09	1,2	80,16	28,07	Nudo 210	47,24	0,36	61,48	14,24
Nudo 10	60,1	0,24	76,43	16,33	Nudo 119	50,47	1,08	80,09	29,62	Nudo 211	49,12	0,6	61,48	12,36
Nudo 11	59,22	0,24	76,44	17,22	Nudo 120	45,58	0,24	69,73	24,15	Nudo 212	47,34	0,24	61,49	14,15
Nudo 13	63,28	0,84	76,68	13,4	Nudo 121	60,12	1,82	80,83	20,71	Nudo 213	47,46	0,48	61,49	14,03
Nudo 14	55,42	1,44	76,49	21,07	Nudo 122	43,63	0,36	62,5	18,87	Nudo 214	45,71	0,24	61,53	15,82
Nudo 15	45,31	0,12	75,64	30,33	Nudo 123	26,43	0,6	54,49	28,06	Nudo 215	46,7	0,12	61,35	14,65
Nudo 16	48,09	0	75,65	27,56	Nudo 124	52,47	0,84	80,19	27,72	Nudo 216	44,31	0,12	61,23	16,92

Estado de los Nudos de la Red (Escenario actual)														
ID Nudo	Cota	Demanda	Altura	Presión	ID Nudo	Cota	Demanda	Altura	Presión	ID Nudo	Cota	Demanda	Altura	Presión
-	m	m^3/h	m	m	-	m	m^3/h	m	m	-	m	m^3/h	m	m
Nudo 17	51,09	0	75,68	24,59	Nudo 125	42,22	0,24	67,5	25,28	Nudo 217	48,2	0,12	61,12	12,92
Nudo 18	60,87	0,84	76,42	15,55	Nudo 126	57,52	0	81,68	24,16	Nudo 218	46,47	0,96	61,09	14,62
Nudo 19	57,98	0,36	76,44	18,46	Nudo 127	42,57	0,24	62,49	19,92	Nudo 219	42,31	0	61,11	18,8
Nudo 20	58,83	0,12	77	18,17	Nudo 128	45,15	0,24	69,72	24,57	Nudo 220	45,7	0,6	61,09	15,39
Nudo 22	42,23	0	75,63	33,4	Nudo 129	45,46	0,6	76,33	30,87	Nudo 221	44,57	0,72	61,09	16,52
Nudo 23	46,11	0,48	75,64	29,53	Nudo 130	49,54	0,12	76,4	26,86	Nudo 222	45,64	0,36	61,16	15,52
Nudo 24	63,21	0	76,72	13,51	Nudo 131	55,47	0,48	81,32	25,85	Nudo 223	46,21	0,72	60,94	14,73
Nudo 25	57,24	0,12	76,47	19,23	Nudo 132	52,8	0,24	80,8	28	Nudo 224	46,29	1,08	60,94	14,65
Nudo 26	57,4	0,72	76,53	19,13	Nudo 133	37,72	0,12	62,49	24,77	Nudo 225	43,28	0,96	60,95	17,67
Nudo 27	56,87	0,72	76,38	19,51	Nudo 134	57,87	0,6	81,37	23,5	Nudo 226	42,38	0,12	61,07	18,69
Nudo 28	49,16	0,12	75,65	26,49	Nudo 135	34,69	0,12	62,48	27,79	Nudo 227	45,83	1,32	60,83	15
Nudo 29	52,37	0	75,71	23,34	Nudo 136	56,08	0,84	80,68	24,6	Nudo 228	46,4	0,24	60,83	14,43
Nudo 30	63,06	0,12	76,63	13,57	Nudo 137	52,45	1,8	80,46	28,01	Nudo 229	45,08	0,36	60,87	15,79
Nudo 31	58,52	0,24	76,81	18,29	Nudo 138	57,87	0,36	80,98	23,11	Nudo 230	42,65	0,24	60,98	18,33

Estado de los Nudos de la Red (Escenario actual)														
ID Nudo	Cota	Demanda	Altura	Presión	ID Nudo	Cota	Demanda	Altura	Presión	ID Nudo	Cota	Demanda	Altura	Presión
-	m	m^3/h	m	m	-	m	m^3/h	m	m	-	m	m^3/h	m	m
Nudo 32	50,97	0	75,69	24,72	Nudo 139	49,68	0,72	80,33	30,65	Nudo 231	39,43	0,72	61,13	21,7
Nudo 33	59,85	0,24	76,88	17,03	Nudo 141	18,65	0,48	46,42	27,77	Nudo 232	44,79	0,36	60,87	16,08
Nudo 35	53,84	0,24	75,7	21,86	Nudo 142	18,09	0,36	33,71	15,62	Nudo 233	45,5	0,24	60,82	15,32
Nudo 36	56,5	0,72	76,49	19,99	Nudo 143	48,59	0,96	76,32	27,73	Nudo 234	44,93	0,72	60,83	15,9
Nudo 37	58,88	1,08	76,53	17,65	Nudo 145	51,42	0,6	76,75	25,33	Nudo 235	45,91	0,48	60,82	14,91
Nudo 38	62,85	0,36	76,59	13,74	Nudo 146	56,19	0,72	81,14	24,95	Nudo 236	37,71	0	62,43	24,72
Nudo 39	44,41	0,24	75,62	31,21	Nudo 147	58,19	0,36	79,84	21,65	Nudo Ax10	58,59	0	77,91	19,32
Nudo 40	54,95	1,2	76,44	21,49	Nudo 148	54,37	0,6	79,33	24,96	Nudo Ax6	47,56	0	57,56	10
Nudo 42	57,64	0,96	76,34	18,7	Nudo 149	56,15	0,48	80,78	24,63	Nudo Ax8	26,43	0	46,43	20
Nudo 43	54,31	0,36	75,88	21,57	Nudo 150	58,66	0,24	77,83	19,17	Nudo Ax7	47,56	0	62,56	15
Nudo 44	59,13	0,84	76,34	17,21	Nudo 151	55,96	0,6	80,28	24,32	Nudo Ax5	47,5	0	67,5	20
Nudo 46	60,34	0	75,91	15,57	Nudo 152	52,66	0,84	79,91	27,25	Nudo Ax4	49,78	0	69,78	20
Nudo 47	58,4	0,72	76,27	17,87	Nudo 153	55,46	0,48	77,84	22,38	Nudo Ax3	49,3	0	78,46	29,16
Nudo 48	60,71	0,36	76,24	15,53	Nudo 154	46,12	1,56	74,74	28,62	Nudo Ax2	50,41	0	70,41	20

Estado de los Nudos de la Red (Escenario actual)														
ID Nudo	Cota	Demanda	Altura	Presión	ID Nudo	Cota	Demanda	Altura	Presión	ID Nudo	Cota	Demanda	Altura	Presión
-	m	m^3/h	m	m	-	m	m^3/h	m	m	-	m	m^3/h	m	m
Nudo 49	56,77	0,36	75,91	19,14	Nudo 155	49,3	0,6	78,46	29,16	Nudo Ax20	45,64	0	61,17	15,53
Nudo 50	59,89	0,84	76,3	16,41	Nudo 156	43,27	0,96	69,97	26,7	Nudo Ax21	40,69	0	61,77	21,08
Nudo 51	44,82	0	75,61	30,79	Nudo 157	38,25	0,6	59,38	21,13	Nudo Ax1	51,1	0	75,52	24,42
Nudo 52	49,32	0,12	75,7	26,38	Nudo 158	17,71	0,84	33,71	16	Nudo Ax9	55,47	0	81,32	25,85
Nudo 53	55,69	0,72	75,88	20,19	Nudo 159	54,36	0,48	77,48	23,12	Nudo Ax11	58,86	0	72,06	13,2
Nudo 54	53,61	0,6	75,79	22,18	Nudo 160	30,59	0,36	49,6	19,01	Nudo Ax12	57,24	0	71,56	14,32
Nudo 55	62,63	0,72	76,23	13,6	Nudo 161	52,23	0,48	76,51	24,28	Nudo Ax13	56,87	0	71,36	14,49
Nudo 56	56,74	0,36	75,92	19,18	Nudo 162	51,21	1,44	76,13	24,92	Nudo Ax14	56,77	0	70,9	14,13
Nudo 57	58,66	0,96	75,94	17,28	Nudo 163	48,27	0,84	75,91	27,64	Nudo Ax15	56,74	0	70,5	13,76
Nudo 58	55,46	1,32	76,21	20,75	Nudo 164	55,36	0,24	81,14	25,78	Nudo Ax16	56,28	0	70,08	13,8
Nudo 59	52,7	0,84	76,42	23,72	Nudo 165	19,8	0,72	33,77	13,97	Nudo Ax17	55,64	0	69,81	14,17
Nudo 60	56,41	1,08	76,21	19,8	Nudo 166	52,73	0,84	78,02	25,29	Nudo Ax18	56,52	0	69,41	12,89
Nudo 62	61,28	0,48	76,2	14,92	Nudo 167	52,37	0,72	77,17	24,8	Nudo Ax19	57,52	0	69,11	11,59
Nudo 63	44,35	0,72	75,6	31,25	Nudo 168	51,45	0,6	76,53	25,08	Nudo 34	53,84	0	76,39	22,55

Estado de los Nudos de la Red (Escenario actual)														
ID Nudo	Cota	Demanda	Altura	Presión	ID Nudo	Cota	Demanda	Altura	Presión	ID Nudo	Cota	Demanda	Altura	Presión
-	m	m^3/h	m	m	-	m	m^3/h	m	m	-	m	m^3/h	m	m
Nudo 64	48,19	0,48	75,61	27,42	Nudo 169	53,07	0,6	77,9	24,83	Nudo 12	53,06	0,36	76,43	23,37
Nudo 65	48,48	0,12	75,61	27,13	Nudo 170	54,96	0,72	77,49	22,53	Nudo 189	51,36	0,36	77,94	26,58
Nudo 66	55,41	1,2	75,95	20,54	Nudo 171	54,08	0,84	78,55	24,47	Nudo 21	40,65	0	75,63	34,98
Nudo 67	52,66	0,72	75,8	23,14	Nudo 172	50,41	0,36	75,54	25,13	Nudo 3'	49,98	0	75,68	25,7
Nudo 68	52,33	1,32	76,15	23,82	Nudo 173	55,27	0,24	77,88	22,61	Nudo 73	54,27	0,24	76,06	21,79
Nudo 71	54,27	0,6	76,14	21,87	Nudo 174	51,32	0,48	77,35	26,03	Nudo 95	51,62	0,12	76,06	24,44
Nudo 75	49,65	0,84	76,44	26,79	Nudo 175	52,18	0,96	75,73	23,55	Nudo 90	53,55	0,24	76,06	22,51
Nudo 76	55,71	0,48	76,07	20,36	Nudo 176	51,86	0,24	75,73	23,87	Nudo 89	56,37	0,36	76,05	19,68
Nudo 77	56,9	0,36	76,04	19,14	Nudo 177	47,15	0,84	69,92	22,77	Nudo 70	56,31	0,24	76,05	19,74
Nudo 78	56,56	0,12	76,05	19,49	Nudo 178	16,03	0,24	29,1	13,07	Nudo 79	55,91	0,36	76,04	20,13
Nudo 80	56,28	0,72	76,05	19,77	Nudo 179	51,1	0,24	75,52	24,42	Nudo 72	56,56	0,12	75,93	19,37
Nudo 82	43,92	1,08	75,59	31,67	Nudo 180	31,58	0	64,03	32,45	Nudo 69	56,9	0,48	75,93	19,03
Nudo 85	56,59	0,36	76,04	19,45	Nudo 181	34,17	0	65,4	31,23	Nudo 61	62,63	0,48	75,93	13,3
Nudo 86	47,73	1,32	75,6	27,87	Nudo 182	41,87	4,79	66,75	24,88	Nudo 45	60,71	0,48	76,32	15,61

Estado de los Nudos de la Red (Escenario actual)														
ID Nudo	Cota	Demanda	Altura	Presión	ID Nudo	Cota	Demanda	Altura	Presión	ID Nudo	Cota	Demanda	Altura	Presión
-	m	m^3/h	m	m	-	m	m^3/h	m	m	-	m	m^3/h	m	m
Nudo 87	53,66	0,72	76,09	22,43	Nudo 183	39,27	0	66,2	26,93	Nudo 188	48,94	0,24	77,94	29
Nudo 88	51	0,36	75,56	24,56	Nudo 184	46,86	0	72,08	25,22	Nudo 144	54,37	0,24	80,57	26,2
Nudo 91	55,03	0,48	76,08	21,05	Nudo 185	43,93	0	69	25,07	Nudo 140	55,31	0,24	79,33	24,02
Nudo 92	55,64	0,48	76,65	21,01	Nudo 186	50,22	0,24	68,95	18,73	Nudo 110	53,44	0,48	76,51	23,07
Nudo 93	56,06	0,6	76,74	20,68	Nudo 187	53,54	0,12	68,95	15,41	Nudo 108	51,07	0,72	75,55	24,48
Nudo 94	51,62	1,8	79,84	28,22	Nudo 190	53,34	0,48	68,95	15,61	Nudo 109	51,07	0,6	75,67	24,6
Nudo 96	49,3	0,99	78,14	28,84	Nudo 191	49,49	0,6	68,95	19,46	Nudo 84	51	0,24	76,09	25,09
Nudo 97	48,37	1,32	76,53	28,16	Nudo 192	48,94	0,84	68,95	20,01	Nudo 83	51	0,36	75,79	24,79
Nudo 98	47,56	0	76,07	28,51	Nudo 193	15,93	14,41	20,24	4,31	Nudo 81	47,73	0,48	75,78	28,05
Nudo 99	56,37	0	80,17	23,8	Nudo 194	53,29	0,24	77,93	24,64	Nudo 74	48,48	0,72	75,78	27,3
Nudo 100	47,5	0,24	76,17	28,67	Nudo 195	53,44	0,12	77,93	24,49	Nudo 41	56,77	0,48	76,1	19,33
Nudo 101	53,55	0,48	80,07	26,52	Nudo 196	51,36	0,24	68,95	17,59	Nudo 1	51,44	0	76,52	25,08
Nudo 102	32,12	7,21	53,97	21,85	Nudo 197	15,67	0,12	20,23	4,56	Nudo 9	47,08	0	61,69	14,61
Nudo 103	44,66	0	54,59	9,93	Nudo 198	46,63	0,24	69,7	23,07	Embalse Pozo.Norte. Loteos	-10	-21,12	-10	0

Estado de los Nudos de la Red (Escenario actual)														
ID Nudo	Cota	Demanda	Altura	Presión	ID Nudo	Cota	Demanda	Altura	Presión	ID Nudo	Cota	Demanda	Altura	Presión
-	m	m^3/h	m	m	-	m	m^3/h	m	m	-	m	m^3/h	m	m
Nudo 104	44,18	0,24	75,59	31,41	Nudo 199	51,03	0,36	68,97	17,94	Embalse Pozo.Este.-Loteos	-11	-10,54	-11	0
Nudo 105	52,31	0,36	75,67	23,36	Nudo 200	46,85	0,6	68,95	22,1	Depósito Tanque.-Principal	80	-16,67	82	2
Nudo 106	47,48	0,72	75,68	28,2	Nudo 201	45,24	0,36	68,95	23,71	Depósito T.Este.Loteos	59,5	7,43	61,25	1,75
Nudo 107	45,38	0,36	67,5	22,12	Nudo 202	47,41	0	68,95	21,54	Depósito T.Norte.Loteos	60,23	14,28	62,11	1,88
Nudo 111	51,07	0	80,95	29,88	Nudo 203	44,58	1,25	69,3	24,72	Depósito Cist.Planta	63	-195,44	65,53	2,53
										Depósito T.Planta	75	60,63	77,19	2,19
										Depósito Cisterna-Tanque.Principal	65	21,77	68,98	3,98

Planilla N°8: Estado de las tuberías – Escenario actual

Estado de las Líneas de la Red (Escenario actual)																	
	L	D	Rug.	Q	V	Perd. Unit.	F. Fricción	$D_{recom.}$ mm		L	D	Rug.	Q	V	Perd. Unit.	F. Fricción.	$D_{recom.}$ mm
ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km			ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km		
Tubería 1	57,73	50	0,0015	0,12	0,02	0,02	0,078	60	Tubería 171	102,03	63	0,0015	-0,15	0,01	0,01	0,081	60
Tubería 2	109,21	50	0,0015	14,53	2,06	81,18	0,019	100	Tubería 173	94,3	63	0,0015	-2,71	0,24	1,37	0,029	60
Tubería 3	56,71	50	0,0015	14,77	2,09	82,31	0,018	100	Tubería 174	102,66	63	0,0015	-2,11	0,19	0,88	0,031	60
Tubería 4	58,67	50	0,0015	1,2	0,17	1	0,034	60	Tubería 175	101,62	63	0,0015	-3,31	0,29	1,94	0,028	60
Tubería 5	63,07	50	0,0015	0,36	0,05	0,08	0,03	60	Tubería 176	104,02	50	0,0015	-2,72	0,39	4,01	0,027	60
Tubería 6	157,17	50	0,0015	16,69	2,36	100,72	0,018	100	Tubería 177	72,93	50	0,0015	-12,51	1,77	63,27	0,02	60
Tubería 7	92,77	50	0,0015	17,05	2,41	105,46	0,018	100	Tubería 178	112,63	63	0,0015	-5,64	0,5	4,96	0,024	60
Tubería 8	94,31	50	0,0015	17,65	2,5	112,23	0,018	100	Tubería 179	92,94	63	0,0015	3,64	0,32	2,3	0,027	60
Tubería 9	89,72	50	0,0015	0,84	0,12	0,54	0,037	60	Tubería 180	103,08	63	0,0015	2,92	0,26	1,56	0,028	60
Tubería 10	52,67	50	0,0015	0,24	0,03	0,05	0,039	60	Tubería 181	94,39	63	0,0015	2,92	0,26	1,56	0,029	60
Tubería 11	108,26	63	0,0015	19,45	1,73	44,03	0,018	100 o 150	Tubería 182	145,64	63	0,0015	-0,47	0,04	0,04	0,03	60
Tubería 12	94,99	50	0,0015	4,62	0,65	10,47	0,024	60	Tubería 183	113,79	63	0,0015	-0,6	0,05	0,09	0,038	60

Estado de las Líneas de la Red (Escenario actual)																	
	L	D	Rug.	Q	V	Perd. Unit.	F. Fricción	$D_{recom.}$ mm		L	D	Rug.	Q	V	Perd. Unit.	F. Fricción.	$D_{recom.}$ mm
ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km			ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km		
Tubería 13	111,2	63	0,0015	16,4	1,46	33,51	0,019	100	Tubería 184	93,11	63	0,0015	-0,72	0,06	0,14	0,042	60
Tubería 14	105,54	50	0,0015	5,82	0,82	15,33	0,022	60 o 75	Tubería 185	117,57	63	0,0015	-1,08	0,1	0,28	0,037	60
Tubería 15	78,91	50	0,0015	0,48	0,07	0,18	0,038	60	Tubería 186	93,87	63	0,0015	2,16	0,19	0,9	0,03	60
Tubería 16	97,53	50	0,0015	4,93	0,7	11,43	0,023	60 o 75	Tubería 188	102,47	63	0,0015	0,24	0,02	0,02	0,05	60
Tubería 17	120,72	50	0,0015	1,37	0,19	1,21	0,032	60	Tubería 189	97,02	63	0,0015	-5,16	0,46	4,26	0,025	60
Tubería 18	105,43	50	0,0015	2,57	0,36	3,63	0,027	60	Tubería 190	56,55	50	0,0015	0,48	0,07	0,18	0,038	60
Tubería 19	101,18	50	0,0015	-0,12	0,02	0,02	0,077	60	Tubería 191	61,91	63	0,0015	-3,72	0,33	2,34	0,026	60
Tubería 20	105,36	50	0,0015	0,36	0,05	0,08	0,03	60	Tubería 192	65,34	50	0,0015	-4,35	0,62	9,23	0,024	60
Tubería 22	118,84	50	0,0015	0,96	0,14	0,67	0,036	60	Tubería 193	108,82	63	0,0015	-2,12	0,19	0,89	0,031	60
Tubería 23	99,58	75	0,0015	0,25	0,02	0,01	0,059	60	Tubería 194	94,84	63	0,0015	-1,85	0,16	0,68	0,031	60
Tubería 24	15,67	75	0,0015	-0,01	0	0	0	60	Tubería 195	109,71	63	0,0015	-1,12	0,1	0,3	0,037	60
Tubería 25	12,72	75	0,0015	0,37	0,02	0,01	0,041	60	Tubería 196	107,06	50	0,0015	-1,36	0,19	1,21	0,032	60
Tubería 26	91,2	75	0,0015	0,38	0,02	0,01	0,036	60	Tubería 197	104,66	63	0,0015	2,11	0,19	0,86	0,03	60

Estado de las Líneas de la Red (Escenario actual)																	
	L	D	Rug.	Q	V	Perd. Unit.	F. Fricción	$D_{recom.}$ mm		L	D	Rug.	Q	V	Perd. Unit.	F. Fricción.	$D_{recom.}$ mm
ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km			ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km		
Tubería 27	95,99	75	0,0015	1,15	0,07	0,13	0,038	60	Tubería 198	106,3	63	0,0015	-2,8	0,25	1,41	0,028	60
Tubería 28	124,65	75	0,0015	0,14	0,01	0	0,091	60	Tubería 199	95,64	63	0,0015	-0,52	0,05	0,06	0,033	60
Tubería 29	119,57	75	0,0015	0,29	0,02	0,01	0,051	60	Tubería 200	115,32	63	0,0015	2,03	0,18	0,8	0,03	60
Tubería 30	116,27	75	0,0015	0,9	0,06	0,09	0,041	60	Tubería 201	126,12	63	0,0015	1,91	0,17	0,72	0,031	60
Tubería 31	118,74	75	0,0015	2,53	0,16	0,52	0,03	60	Tubería 202	149,88	63	0,0015	0,6	0,05	0,09	0,037	60
Tubería 32	113,62	75	0,0015	2,51	0,16	0,52	0,031	60	Tubería 203	29,37	63	0,0015	-0,83	0,07	0,18	0,04	60
Tubería 33	84,68	75	0,0015	0,2	0,01	0,01	0,057	60	Tubería 204	65,82	63	0,0015	-0,71	0,06	0,13	0,041	60
Tubería 34	96,26	75	0,0015	0,66	0,04	0,04	0,034	60	Tubería 205	113,89	63	0,0015	0,72	0,06	0,14	0,041	60
Tubería 35	114,1	75	0,0015	1,01	0,06	0,11	0,04	60	Tubería 206	58,39	63	0,0015	0,84	0,07	0,18	0,041	60
Tubería 36	143,22	75	0,0015	5,52	0,35	2,07	0,025	60 o 75	Tubería 210	66,26	63	0,0015	-1,45	0,13	0,45	0,034	60
Tubería 37	172,88	75	0,0015	1,25	0,08	0,16	0,037	60	Tubería 211	126,39	63	0,0015	1,93	0,17	0,75	0,031	60
Tubería 38	119,41	75	0,0015	7,13	0,45	3,18	0,023	60 o 75	Tubería 212	68,38	63	0,0015	2,17	0,19	0,91	0,03	60
Tubería 39	207,28	75	0,0015	7,37	0,46	3,41	0,023	60 o 75	Tubería 213	131,99	63	0,0015	2,77	0,25	1,41	0,029	60

Estado de las Líneas de la Red (Escenario actual)																	
	L	D	Rug.	Q	V	Perd. Unit.	F. Fricción	$D_{recom.}$ mm		L	D	Rug.	Q	V	Perd. Unit.	F. Fricción.	$D_{recom.}$ mm
ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km			ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km		
Tubería 40	119,82	75	0,0015	1,14	0,07	0,13	0,038	60	Tubería 214	61,14	63	0,0015	5,78	0,52	5,36	0,025	60 o 75
Tubería 41	125,73	75	0,0015	0,65	0,04	0,04	0,033	60	Tubería 215	27,03	110	0,0015	-15,85	0,46	2,31	0,023	60
Tubería 42	129,96	75	0,0015	0,39	0,02	0,02	0,04	60	Tubería 216	103,76	63	0,0015	5,63	0,5	4,96	0,024	60 o 75
Tubería 43	133,74	75	0,0015	0,34	0,02	0,01	0,035	60	Tubería 217	93,35	63	0,0015	3,25	0,29	1,89	0,028	60
Tubería 44	84,82	50	0,0015	0,48	0,07	0,17	0,037	60	Tubería 218	103,6	63	0,0015	-3,47	0,31	2,11	0,027	60
Tubería 45	124,02	50	0,0015	1,08	0,15	0,81	0,034	60	Tubería 219	103,12	63	0,0015	3,95	0,35	2,65	0,026	60
Tubería 46	23,92	50	0,0015	7,21	1,02	26,11	0,025	60 o 75	Tubería 220	72,11	63	0,0015	0	0	0	0	60
Tubería 47	103,11	50	0,0015	8,29	1,17	28,79	0,021	60 o 75	Tubería 221	103,09	63	0,0015	-0,36	0,03	0,03	0,033	60
Tubería 48	35,35	50	0,0015	0,12	0,02	0,02	0,078	60	Tubería 222	102,66	50	0,0015	0,48	0,07	0,18	0,038	60
Tubería 49	37,98	50	0,0015	0,24	0,03	0,05	0,039	60	Tubería 224	92,32	63	0,0015	0,55	0,05	0,07	0,034	60
Tubería 50	45,04	50	0,0015	0,48	0,07	0,18	0,037	60	Tubería 225	91,87	63	0,0015	-0,05	0	0	0,223	60
Tubería 51	121,87	50	0,0015	0,84	0,12	0,53	0,037	60	Tubería 226	106,8	63	0,0015	0,53	0,05	0,06	0,033	60
Tubería 52	81,17	75	0,0015	0,24	0,02	0,01	0,059	60	Tubería 227	94,9	50	0,0015	2,52	0,36	3,51	0,027	60

Estado de las Líneas de la Red (Escenario actual)																	
	L	D	Rug.	Q	V	Perd. Unit.	F. Fricción	$D_{recom.}$ mm		L	D	Rug.	Q	V	Perd. Unit.	F. Fricción.	$D_{recom.}$ mm
ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km			ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km		
Tubería 53	78,07	75	0,0015	0,6	0,04	0,03	0,032	60	Tubería 228	106,07	63	0,0015	1,13	0,1	0,3	0,037	60
Tubería 54	18,57	75	0,0015	9,13	0,57	5,39	0,024	60 o 75	Tubería 229	90,68	63	0,0015	1,93	0,17	0,74	0,031	60
Tubería 55	58,35	75	0,0015	9,97	0,63	6,28	0,024	75 o 100	Tubería 230	104,66	63	0,0015	1,73	0,15	0,61	0,032	60
Tubería 56	124,37	75	0,0015	15,37	0,97	12,95	0,02	100	Tubería 231	92,32	63	0,0015	1,37	0,12	0,42	0,035	60
Tubería 57	121,32	75	0,0015	16,36	1,03	13,97	0,019	100	Tubería 232	102,82	63	0,0015	0,63	0,06	0,1	0,039	60
Tubería 58	75,94	75	0,0015	-4,09	0,26	1,2	0,027	60	Tubería 233	138,6	50	0,0015	1,57	0,22	1,53	0,031	60
Tubería 59	96,53	75	0,0015	-1,33	0,08	0,17	0,036	60	Tubería 234	105,25	50	0,0015	0,25	0,03	0,05	0,037	60
Tubería 60	95,06	75	0,0015	1,08	0,07	0,12	0,038	60	Tubería 235	48,2	63	0,0015	3,28	0,29	1,89	0,027	60
Tubería 62	97	63	0,0015	10,32	0,92	14,68	0,021	75 o 100	Tubería 236	111,27	63	0,0015	0,84	0,07	0,18	0,04	60
Tubería 63	106,15	75	0,0015	-10,98	0,69	6,87	0,021	60	Tubería 238	134,15	75	0,0015	-0,92	0,06	0,09	0,041	60
Tubería 64	106,52	75	0,0015	10,26	0,65	6,09	0,022	75 o 100	Tubería 240	87,67	63	0,0015	-1,03	0,09	0,26	0,038	60
Tubería 65	83,85	75	0,0015	0,24	0,02	0,01	0,058	60	Tubería 242	42,93	63	0,0015	0,24	0,02	0,02	0,051	60
Tubería 66	92,94	75	0,0015	0,85	0,05	0,08	0,041	60	Tubería 243	53,53	63	0,0015	0,48	0,04	0,05	0,03	60

Estado de las Líneas de la Red (Escenario actual)																	
	L	D	Rug.	Q	V	Perd. Unit.	F. Fricción	$D_{recom.}$ mm		L	D	Rug.	Q	V	Perd. Unit.	F. Fricción.	$D_{recom.}$ mm
ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km			ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km		
Tubería 67	105,63	75	0,0015	-0,97	0,06	0,1	0,04	60	Tubería 244	82,67	63	0,0015	1,68	0,15	0,6	0,033	60
Tubería 68	68,58	75	0,0015	-0,97	0,06	0,1	0,04	60	Tubería 245	59,68	75	0,0015	3,28	0,21	0,87	0,03	60
Tubería 69	99,28	75	0,0015	1,21	0,08	0,15	0,037	60	Tubería 246	137,63	110	0,0015	5,68	0,17	0,35	0,027	60 o 75
Tubería 71	109,58	75	0,0015	0,45	0,03	0,02	0,033	60	Tubería 247	138,63	50	0,0015	1	0,14	0,7	0,035	60
Tubería 72	107,76	75	0,0015	0,76	0,05	0,06	0,039	60	Tubería 248	107,41	110	0,0015	6,76	0,2	0,49	0,027	60 o 75
Tubería 73	58,5	75	0,0015	0	0	0	75,436	60	Tubería 249	105,26	50	0,0015	0,04	0,01	0,01	0,226	60
Tubería 74	58,51	75	0,0015	-0,12	0,01	0	0,13	60	Tubería 250	60,68	50	0,0015	2,75	0,39	4,12	0,027	60
Tubería 75	106,75	75	0,0015	0,69	0,04	0,05	0,035	60	Tubería 251	37,1	110	0,0015	9,87	0,29	1,1	0,029	75 o 100
Tubería 76	103	75	0,0015	-1,29	0,08	0,16	0,037	60	Tubería 252	95,91	110	0,0015	9,99	0,29	0,94	0,024	75 o 100
Tubería 77	66,38	75	0,0015	-0,03	0	0	0,075	60	Tubería 253	101,81	110	0,0015	9,99	0,29	0,94	0,024	75 o 100
Tubería 78	57,98	75	0,0015	-0,03	0	0	0,086	60	Tubería 254	26,01	110	0,0015	21,3	0,62	4,87	0,027	100 o 150
Tubería 79	114,14	75	0,0015	1,24	0,08	0,15	0,037	60	Tubería 255	79,11	63	0,0015	5,2	0,46	4,37	0,025	60 o 75
Tubería 80	111,05	75	0,0015	1,56	0,1	0,23	0,034	60	Tubería 256	99,59	50	0,0015	2,11	0,3	2,64	0,029	60

Estado de las Líneas de la Red (Escenario actual)																	
	L	D	Rug.	Q	V	Perd. Unit.	F. Fricción	$D_{recom.}$ mm		L	D	Rug.	Q	V	Perd. Unit.	F. Fricción.	$D_{recom.}$ mm
ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km			ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km		
Tubería 81	70,41	75	0,0015	0,76	0,05	0,06	0,039	60	Tubería 257	95,14	50	0,0015	1,47	0,21	1,37	0,031	60
Tubería 82	54,63	75	0,0015	0,76	0,05	0,06	0,041	60	Tubería 258	86,43	50	0,0015	0,48	0,07	0,18	0,038	60
Tubería 83	46,17	75	0,0015	1,33	0,08	0,17	0,037	60	Tubería 259	130,13	50	0,0015	1,92	0,27	2,21	0,029	60
Tubería 84	54,54	75	0,0015	2,09	0,13	0,38	0,032	60	Tubería 260	105,27	63	0,0015	0,6	0,05	0,09	0,037	60
Tubería 85	110,65	75	0,0015	0,8	0,05	0,07	0,041	60	Tubería 261	65,41	50	0,0015	3,53	0,5	6,38	0,025	60
Tubería 87	58,23	75	0,0015	1,16	0,07	0,14	0,038	60	Tubería 262	95,54	50	0,0015	0,24	0,03	0,05	0,039	60
Tubería 88	109,72	50	0,0015	-0,22	0,03	0,04	0,042	60	Tubería 263	140,33	50	0,0015	0,84	0,12	0,53	0,037	60
Tubería 89	110,17	50	0,0015	-0,04	0,01	0,01	0,233	60	Tubería 264	97,8	50	0,0015	-3,84	0,54	7,37	0,024	60
Tubería 90	97,03	50	0,0015	0,38	0,05	0,09	0,03	60	Tubería 265	98,15	50	0,0015	0,36	0,05	0,08	0,029	60
Tubería 91	96,76	50	0,0015	1,66	0,24	1,7	0,03	60	Tubería 266	105,95	50	0,0015	3,06	0,43	5,04	0,026	60
Tubería 92	99,15	50	0,0015	0,78	0,11	0,47	0,037	60	Tubería 267	108,73	50	0,0015	-1,26	0,18	1,05	0,032	60
Tubería 93	106,11	50	0,0015	0,64	0,09	0,34	0,04	60	Tubería 268	93,55	50	0,0015	0,72	0,1	0,41	0,039	60
Tubería 94	95,58	50	0,0015	0,4	0,06	0,1	0,032	60	Tubería 269	88,79	50	0,0015	0,24	0,03	0,05	0,04	60

Estado de las Líneas de la Red (Escenario actual)																	
	L	D	Rug.	Q	V	Perd. Unit.	F. Fricción	$D_{recom.}$ mm		L	D	Rug.	Q	V	Perd. Unit.	F. Fricción.	$D_{recom.}$ mm
ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km			ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km		
Tubería 95	82,77	50	0,0015	1,48	0,21	1,39	0,031	60	Tubería 270	69,18	50	0,0015	1,82	0,26	2,06	0,03	60
Tubería 96	88,67	50	0,0015	1,6	0,23	1,59	0,031	60	Tubería 271	104,72	160	0,0015	50,05	0,69	2,82	0,019	150 o 200
Tubería 97	97,68	50	0,0015	1,36	0,19	1,2	0,032	60	Tubería 272	93,01	50	0,0015	2,85	0,4	4,47	0,027	60
Tubería 98	80,86	50	0,0015	0,59	0,08	0,29	0,041	60	Tubería 273	99,04	63	0,0015	-12,13	1,08	18,88	0,02	60
Tubería 99	93,46	50	0,0015	-0,13	0,02	0,03	0,072	60	Tubería 274	105,57	160	0,0015	31	0,43	1,19	0,02	150
Tubería 100	97,75	50	0,0015	2,73	0,39	4,03	0,027	60	Tubería 275	51,58	110	0,0015	18,15	0,53	2,8	0,021	100
Tubería 101	107,18	50	0,0015	0,05	0,01	0,01	0,194	60	Tubería 276	96,79	50	0,0015	2,32	0,33	3,04	0,028	60
Tubería 102	109,95	50	0,0015	-0,55	0,08	0,25	0,041	60	Tubería 277	44,78	110	0,0015	17,31	0,51	2,6	0,022	100
Tubería 103	98,71	50	0,0015	1,58	0,22	1,56	0,031	60	Tubería 278	68,66	50	0,0015	-0,24	0,03	0,05	0,04	60
Tubería 104	101,62	50	0,0015	-0,67	0,09	0,36	0,04	60	Tubería 279	75,03	50	0,0015	0,48	0,07	0,17	0,037	60
Tubería 105	100,11	50	0,0015	0,77	0,11	0,46	0,037	60	Tubería 280	47,58	50	0,0015	1,08	0,15	0,85	0,036	60
Tubería 106	86,53	50	0,0015	1,42	0,2	1,33	0,032	60	Tubería 281	98,94	110	0,0015	16,23	0,47	2,37	0,023	100
Tubería 107	89,65	50	0,0015	0,46	0,07	0,16	0,036	60	Tubería 282	104,78	50	0,0015	1,93	0,27	2,21	0,029	60

Estado de las Líneas de la Red (Escenario actual)																	
	L	D	Rug.	Q	V	Perd. Unit.	F. Fricción	$D_{recom.}$ mm		L	D	Rug.	Q	V	Perd. Unit.	F. Fricción.	$D_{recom.}$ mm
ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km			ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km		
Tubería 108	106,2	50	0,0015	-0,05	0,01	0,01	0,202	60	Tubería 283	105,69	50	0,0015	1,2	0,17	0,97	0,033	60
Tubería 109	89,29	50	0,0015	-2,08	0,29	2,57	0,029	60	Tubería 284	95,27	50	0,0015	1,21	0,17	1,01	0,034	60
Tubería 110	95,31	50	0,0015	1,02	0,14	0,73	0,035	60	Tubería 285	96,14	50	0,0015	1,2	0,17	0,98	0,034	60
Tubería 111	95,14	50	0,0015	1,31	0,19	1,15	0,033	60	Tubería 286	106,62	50	0,0015	1,17	0,17	0,95	0,034	60
Tubería 112	131,93	50	0,0015	0,77	0,11	0,45	0,037	60	Tubería 287	92,17	50	0,0015	1,08	0,15	0,81	0,034	60
Tubería 113	88,24	50	0,0015	1,63	0,23	1,69	0,031	60	Tubería 288	13,83	160	0,0015	-102,52	1,42	23,08	0,036	60
Tubería 114	88,21	50	0,0015	1,39	0,2	1,25	0,032	60	Tubería 289	12,52	50	0,0015	3,11	0,44	6,43	0,033	60
Tubería 115	38,34	50	0,0015	0	0	0	1,509	60	Tubería 290	16,3	50	0,0015	6,85	0,97	25,48	0,027	60 o 75
Tubería 116	106,36	50	0,0015	0,66	0,09	0,36	0,04	60	Tubería 292	23,71	110	0,0015	27,2	0,79	7,87	0,027	150
Tubería 117	101,87	50	0,0015	0,24	0,03	0,05	0,039	60	Tubería 122	126,07	50	0,0015	3,12	0,44	5,19	0,026	60
Tubería 118	55,84	50	0,0015	1,03	0,15	0,75	0,035	60	Tubería 293	126,05	50	0,0015	3,12	0,44	5,1	0,026	60
Tubería 119	108,54	50	0,0015	0,31	0,04	0,06	0,031	60	Tubería 294	16,01	110	0,0015	87,83	2,57	45,02	0,015	200
Tubería 120	92,76	50	0,0015	-0,41	0,06	0,11	0,032	60	Tubería 319	103,92	75	0,0015	0,3	0,02	0,01	0,047	60

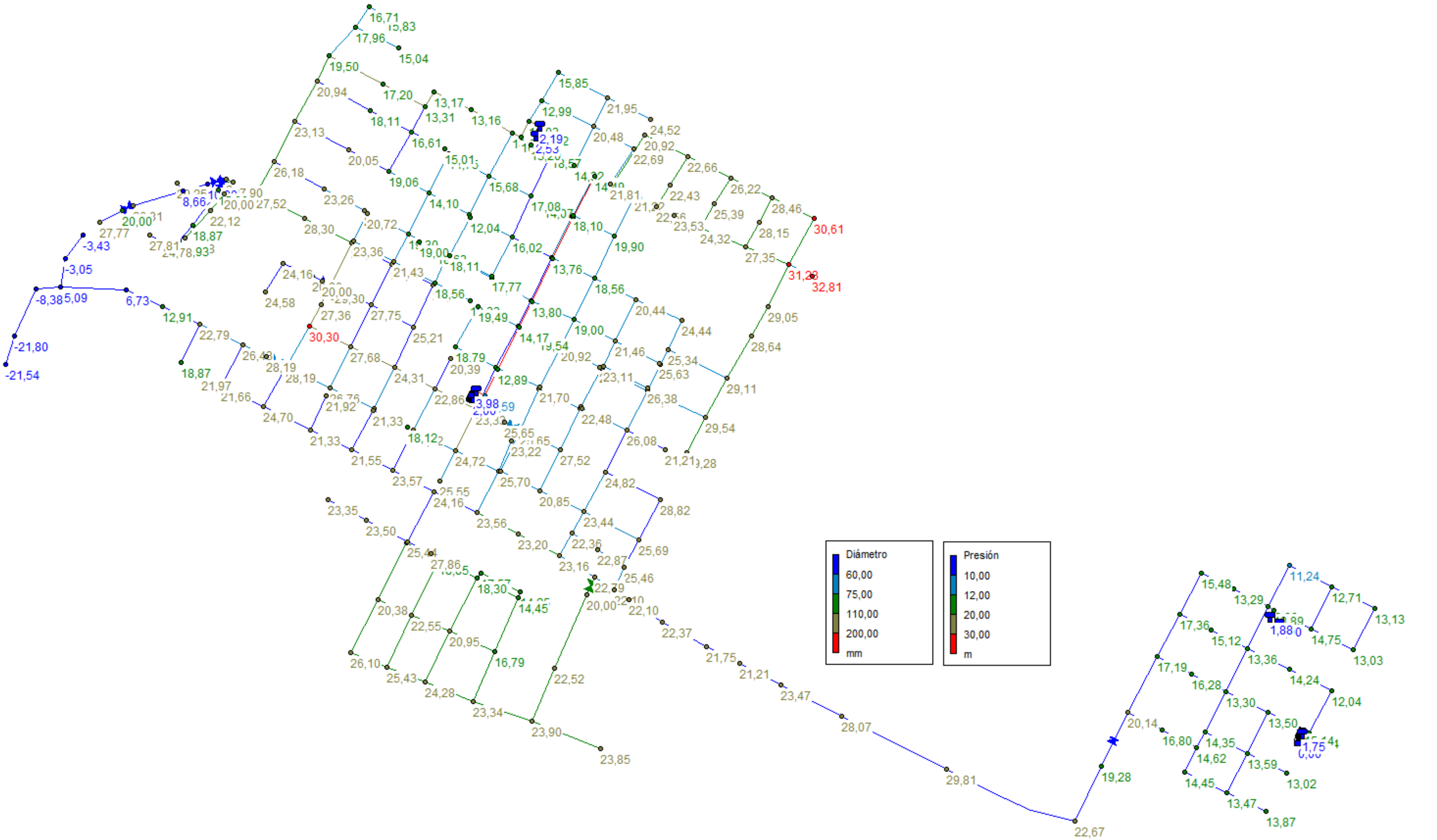
Estado de las Líneas de la Red (Escenario actual)																	
	L	D	Rug.	Q	V	Perd. Unit.	F. Fricción	$D_{recom.}$ mm		L	D	Rug.	Q	V	Perd. Unit.	F. Fricción.	$D_{recom.}$ mm
ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km			ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km		
Tubería 121	99,54	50	0,0015	0,24	0,03	0,05	0,039	60	Tubería 321	96,2	75	0,0015	0,35	0,02	0,01	0,04	60
Tubería 124	270,29	50	0,0015	3,12	0,44	5,07	0,025	60	Tubería 61	60,43	63	0,0015	2,37	0,21	1,06	0,03	60
Tubería 125	156,17	50	0,0015	3,12	0,44	5,09	0,026	60	Tubería 70	112,62	200	0,0015	107,61	0,95	4,38	0,019	250
Tubería 126	107,34	50	0,0015	3,12	0,44	5,11	0,026	60	Tubería 161	48,2	200	0,0015	107,61	0,95	4,22	0,018	250
Tubería 127	84,89	50	0,0015	7,91	1,12	26,59	0,021	60 o 75	Tubería 163	103,12	200	0,0015	107,61	0,95	4,45	0,019	250
Tubería 128	116,2	50	0,0015	7,91	1,12	26,47	0,021	60 o 75	Tubería 166	103,09	200	0,0015	107,61	0,95	3,92	0,017	250
Tubería 129	130,31	50	0,0015	7,91	1,12	26,43	0,021	60 o 75	Tubería 172	107,06	200	0,0015	107,61	0,95	3,91	0,017	250
Tubería 130	52,42	63	0,0015	1,02	0,09	0,25	0,037	60	Tubería 187	65,34	200	0,0015	107,61	0,95	4,07	0,018	250
Tubería 131	93,57	63	0,0015	8,75	0,78	10,55	0,021	60 o 75	Tubería 207	104,02	200	0,0015	107,61	0,95	3,91	0,017	250
Tubería 132	52,25	63	0,0015	0,91	0,08	0,2	0,039	60	Tubería 209	72,93	200	0,0015	107,61	0,95	4,03	0,017	250
Tubería 133	69,72	63	0,0015	5,88	0,52	5,47	0,025	60 o 75	Tubería 223	13,83	200	0,0015	107,61	0,95	9,65	0,042	250
Tubería 134	71,62	63	0,0015	4,44	0,4	3,18	0,025	60	Tubería 237	90,74	63	0,0015	1,75	0,16	0,62	0,032	60
Tubería 135	51,19	63	0,0015	7,13	0,64	7,43	0,023	60 o 75	Tubería 239	39,91	63	0,0015	-1,39	0,12	0,42	0,034	60

Estado de las Líneas de la Red (Escenario actual)																	
	L	D	Rug.	Q	V	Perd. Unit.	F. Fricción	$D_{recom.}$ mm		L	D	Rug.	Q	V	Perd. Unit.	F. Fricción.	$D_{recom.}$ mm
ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km			ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km		
Tubería 136	51,31	63	0,0015	5,45	0,49	4,61	0,024	60 o 75	Tubería 241	95,16	63	0,0015	1,39	0,12	0,43	0,035	60
Tubería 137	143,81	63	0,0015	4,25	0,38	2,98	0,026	60	Tubería 327	58,87	63	0,0015	0	0	0	0	60
Tubería 138	95,91	63	0,0015	4,81	0,43	3,64	0,025	60 o 75	Tubería 353	106	63	0,0015	-0,14	0,01	0,01	0,083	60
Tubería 139	110,57	63	0,0015	15,1	1,35	27,91	0,019	100	Tubería 355	64,31	63	0,0015	1,33	0,12	0,39	0,035	60
Tubería 140	97,79	63	0,0015	8,42	0,75	9,83	0,022	60 o 75	Tubería 123	317,26	50	0,0015	3,12	0,44	5,07	0,025	60
Tubería 141	101,81	63	0,0015	7,05	0,63	7,17	0,022	60 o 75	Tubería 320	86,76	75	0,0015	0,1	0,01	0	0,069	60
Tubería 142	95,54	63	0,0015	7,29	0,65	7,88	0,023	60 o 75	Tubería 291	104,78	63	0,0015	-0,18	0,02	0,01	0,066	60
Tubería 143	104,89	63	0,0015	5,74	0,51	4,98	0,024	60 o 75	Tubería 295	105,69	63	0,0015	-0,66	0,06	0,11	0,04	60
Tubería 144	72,18	63	0,0015	0,24	0,02	0,02	0,049	60	Tubería 296	27,65	63	0,0015	0,75	0,07	0,15	0,042	60
Tubería 145	108,11	63	0,0015	11,16	0,99	16,8	0,021	75 o 100	Tubería 297	68,57	50	0,0015	0,36	0,05	0,08	0,03	60
Tubería 146	106,78	50	0,0015	3,53	0,5	6,33	0,025	60	Tubería 298	115,21	63	0,0015	0,07	0,01	0,01	0,173	60
Tubería 147	93,77	50	0,0015	7,43	1,05	23,72	0,021	60 o 75	Tubería 299	57,85	50	0,0015	0,24	0,03	0,05	0,04	60
Tubería 148	109,61	63	0,0015	4,51	0,4	3,35	0,026	60	Tubería 300	73,09	63	0,0015	0,24	0,02	0,02	0,049	60

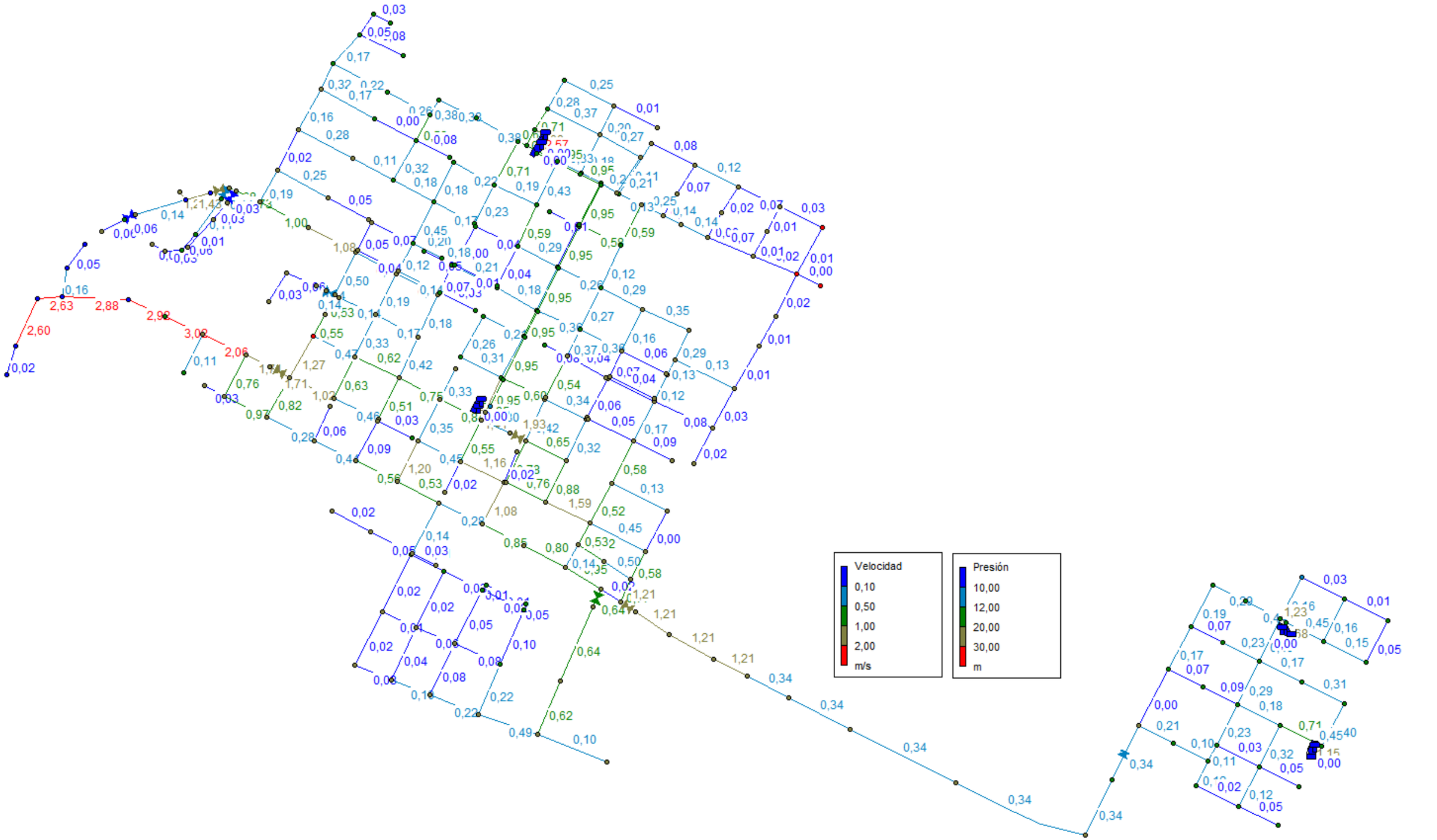
Estado de las Líneas de la Red (Escenario actual)																	
	L	D	Rug.	Q	V	Perd. Unit.	F. Fricción	$D_{recom.}$ mm		L	D	Rug.	Q	V	Perd. Unit.	F. Fricción.	$D_{recom.}$ mm
ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km			ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km		
Tubería 149	98,22	63	0,0015	3,4	0,3	2,04	0,027	60	Tubería 301	117,57	63	0,0015	0,48	0,04	0,05	0,031	60
Tubería 150	97,2	110	0,0015	16,64	0,49	2,33	0,021	100	Tubería 304	108,95	63	0,0015	0	0	0	0	60
Tubería 151	104,54	160	0,0015	55,62	0,77	3,76	0,02	150 o 200	Tubería 302	15,5	50	0,0015	-5,18	0,73	13,39	0,024	60
Tubería 152	21,96	160	0,0015	-90	1,24	14,18	0,029	60	Tubería 303	15,43	50	0,0015	1,03	0,15	0,86	0,04	60
Tubería 153	110,15	160	0,0015	17,14	0,24	0,44	0,025	100	Bomba 208	Sin Valor	Sin Valor	Sin Valor	87,83	0	-12,38	0	200
Tubería 154	112,97	63	0,0015	9,79	0,87	12,84	0,021	75 o 100	Bomba BOMBA Centro	Sin Valor	Sin Valor	Sin Valor	85,84	0	-13,02	0	200
Tubería 155	109,73	63	0,0015	4,48	0,4	3,31	0,026	60	Bomba 331	Sin Valor	Sin Valor	Sin Valor	21,12	0	-72,11	0	100 o 150
Tubería 156	96,93	63	0,0015	6,15	0,55	5,63	0,023	60 o 75	Bomba 333	Sin Valor	Sin Valor	Sin Valor	107,61	0	-6,53	0	250
Tubería 157	97,66	63	0,0015	5,08	0,45	4,15	0,025	60 o 75	Bomba 86	Sin Valor	Sin Valor	Sin Valor	10,54	0	-72,25	0	75 o 100
Tubería 158	111,81	160	0,0015	-41,27	0,57	1,99	0,019	60	Válvula 322	Sin Valor	50	Sin Valor	8,29	1,17	18,51	0	60 o 75
Tubería 159	65,4	63	0,0015	0,3	0,03	0,02	0,041	60	Válvula 323	Sin Valor	50	Sin Valor	0,48	0,07	8,06	0	60
Tubería 160	104,8	63	0,0015	0,54	0,05	0,06	0,033	60	Válvula 324	Sin Valor	50	Sin Valor	0,84	0,12	13,51	0	60

Estado de las Líneas de la Red (Escenario actual)																	
	L	D	Rug.	Q	V	Perd. Unit.	F. Fricción	$D_{recom.}$ mm		L	D	Rug.	Q	V	Perd. Unit.	F. Fricción.	$D_{recom.}$ mm
ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km			ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km		
Tubería 162	65,88	63	0,0015	0,72	0,06	0,14	0,042	60	Válvula 325	Sin Valor	75	Sin Valor	0,6	0,04	8,67	0	60
Tubería 164	91,62	63	0,0015	0,36	0,03	0,03	0,034	60	Válvula 326	Sin Valor	50	Sin Valor	1,08	0,15	10,29	0	60
Tubería 165	61,65	63	0,0015	-0,06	0,01	0	0,21	60	Válvula 328	Sin Valor	63	Sin Valor	16,4	1,46	0	0	100
Tubería 167	71,84	63	0,0015	0,99	0,09	0,24	0,037	60	Válvula 329	Sin Valor	75	Sin Valor	7,37	0,46	5,13	0	60 o 75
Tubería 168	95,79	63	0,0015	2,73	0,24	1,35	0,028	60	Válvula 332	Sin Valor	50	Sin Valor	7,91	1,12	0	0	60 o 75
Tubería 169	104,32	63	0,0015	1,21	0,11	0,34	0,036	60	Válvula 21	Sin Valor	63	Sin Valor	17,14	1,53	0	0	100
Tubería 170	115,21	63	0,0015	0,21	0,02	0,02	0,055	60									

Esquema N°5: Presiones resultantes – Escenario futuro



Esquema N°6: Velocidades resultantes – Escenario futuro



Planilla N°9: Estado de los nudos de red – Escenario futuro

Estado de los Nudos de la Red (Escenario futuro)														
ID Nudo	Cota	Demanda	Altura	Presión	ID Nudo	Cota	Demanda	Altura	Presión	ID Nudo	Cota	Demanda	Altura	Presión
-	m	m^3/h	m	m	-	m	M3H	m	m	-	m	m^3/h	m	m
Nudo 2	54,01	0,44	75,96	21,95	Nudo 112	53,44	0,88	80,79	27,35	Nudo 204	44,58	0,44	68,48	23,9
Nudo 3	60,3	0,33	76,15	15,85	Nudo 113	56,91	0,55	75,7	18,79	Nudo 205	44,59	0,66	67,93	23,34
Nudo 4	42,85	0,33	73,46	30,61	Nudo 114	56,52	0,88	75,91	19,39	Nudo 206	43,53	0,66	67,81	24,28
Nudo 5	45	0,55	73,46	28,46	Nudo 115	54,74	0,44	79,95	25,21	Nudo 207	42,36	0,55	67,79	25,43
Nudo 6	47,26	0,44	73,48	26,22	Nudo 116	49,78	0	79,7	29,92	Nudo 208	41,69	0,22	67,79	26,1
Nudo 7	50,85	0,55	73,51	22,66	Nudo 117	48,95	0,55	69,75	20,8	Nudo 209	47,65	0,99	60,36	12,71
Nudo 8	52,61	0,44	73,53	20,92	Nudo 118	52,09	1,21	79,84	27,75	Nudo 210	47,24	0,33	60,37	13,13
Nudo 10	60,1	0,33	75,93	15,83	Nudo 119	50,47	0,99	79,77	29,3	Nudo 211	49,12	1,32	60,36	11,24
Nudo 11	59,22	0,22	75,93	16,71	Nudo 120	45,58	0,22	69,74	24,16	Nudo 212	47,34	0,66	60,37	13,03
Nudo 13	63,28	0,77	76,27	12,99	Nudo 121	60,12	2,36	80,51	20,39	Nudo 213	47,46	0,99	60,44	12,98
Nudo 14	55,42	1,32	75,9	20,48	Nudo 122	43,63	0,33	62,5	18,87	Nudo 214	45,71	0,99	60,46	14,75
Nudo 15	45,31	0,33	73,46	28,15	Nudo 123	26,43	0,55	53,24	26,81	Nudo 215	46,7	1,1	59,99	13,29
Nudo 16	48,09	0,33	73,48	25,39	Nudo 124	52,47	0,77	79,83	27,36	Nudo 216	44,31	0,66	59,79	15,48

Estado de los Nudos de la Red (Escenario futuro)														
ID Nudo	Cota	Demanda	Altura	Presión	ID Nudo	Cota	Demanda	Altura	Presión	ID Nudo	Cota	Demanda	Altura	Presión
-	m	m^3/h	m	m	-	m	M3H	m	m	-	m	m^3/h	m	m
Nudo 17	51,09	0,11	73,52	22,43	Nudo 125	42,22	0,22	67,5	25,28	Nudo 217	48,2	0,66	60,24	12,04
Nudo 18	60,87	0,88	75,91	15,04	Nudo 126	57,52	0	81,59	24,07	Nudo 218	46,47	0,99	59,83	13,36
Nudo 19	57,98	0,44	75,94	17,96	Nudo 127	42,57	0,22	62,5	19,93	Nudo 219	42,31	0,66	59,67	17,36
Nudo 20	58,83	0,11	76,86	18,03	Nudo 128	45,15	0,22	69,73	24,58	Nudo 220	45,7	0,99	59,94	14,24
Nudo 22	42,23	0,11	73,46	31,23	Nudo 129	45,46	0,88	74,28	28,82	Nudo 221	44,57	1,1	59,69	15,12
Nudo 23	46,11	0,55	73,46	27,35	Nudo 130	49,54	0,88	74,36	24,82	Nudo 222	45,64	0,33	60,68	15,04
Nudo 24	63,21	0,11	76,37	13,16	Nudo 131	55,47	0,88	81,12	25,65	Nudo 223	46,21	1,43	59,71	13,5
Nudo 25	57,24	0,33	75,83	18,59	Nudo 132	52,8	0,99	80,32	27,52	Nudo 224	46,29	1,1	59,59	13,3
Nudo 26	57,4	0,77	75,97	18,57	Nudo 133	37,72	0,11	62,5	24,78	Nudo 225	43,28	1,1	59,56	16,28
Nudo 27	56,87	0,88	75,61	18,74	Nudo 134	57,87	0,55	81,2	23,33	Nudo 226	42,38	0,77	59,57	17,19
Nudo 28	49,16	0,55	73,48	24,32	Nudo 135	34,69	0,11	62,5	27,81	Nudo 227	45,83	1,32	59,42	13,59
Nudo 29	52,37	0,55	73,59	21,22	Nudo 136	56,08	0,88	80,39	24,31	Nudo 228	46,4	0,33	59,42	13,02
Nudo 30	63,06	0,11	76,23	13,17	Nudo 137	52,45	1,65	80,13	27,68	Nudo 229	45,08	0,66	59,43	14,35
Nudo 31	58,52	0,22	76,53	18,01	Nudo 138	57,87	0,33	80,73	22,86	Nudo 230	42,65	0,77	59,45	16,8

Estado de los Nudos de la Red (Escenario futuro)														
ID Nudo	Cota	Demanda	Altura	Presión	ID Nudo	Cota	Demanda	Altura	Presión	ID Nudo	Cota	Demanda	Altura	Presión
-	m	m^3/h	m	m	-	m	M3H	m	m	-	m	m^3/h	m	m
Nudo 32	50,97	0,55	73,53	22,56	Nudo 139	49,68	0,77	79,98	30,3	Nudo 231	39,43	0,88	59,57	20,14
Nudo 33	59,85	0,22	76,63	16,78	Nudo 141	18,65	0,44	46,42	27,77	Nudo 232	44,79	0,66	59,41	14,62
Nudo 35	53,84	0,33	73,57	19,73	Nudo 142	18,09	0,33	14,66	-3,43	Nudo 233	45,5	0,33	59,37	13,87
Nudo 36	56,5	0,77	76	19,5	Nudo 143	48,59	0,99	74,28	25,69	Nudo 234	44,93	0,66	59,38	14,45
Nudo 37	58,88	1,21	76,08	17,2	Nudo 145	51,42	0,99	74,86	23,44	Nudo 235	45,91	0,66	59,38	13,47
Nudo 38	62,85	0,33	76,16	13,31	Nudo 146	56,19	0,77	80,91	24,72	Nudo 236	37,71	0	60,38	22,67
Nudo 39	44,41	0,22	73,46	29,05	Nudo 147	58,19	0,55	79,04	20,85	Nudo Ax10	58,59	0	77,91	19,32
Nudo 40	54,95	1,21	75,89	20,94	Nudo 148	54,37	0,66	78,53	24,16	Nudo Ax6	47,56	0	57,56	10
Nudo 42	57,64	1,21	75,75	18,11	Nudo 149	56,15	0,44	80,47	24,32	Nudo Ax8	26,43	0	46,43	20
Nudo 43	54,31	1,21	74,21	19,9	Nudo 150	58,66	0,22	76,78	18,12	Nudo Ax7	47,56	0	62,56	15
Nudo 44	59,13	0,88	75,74	16,61	Nudo 151	55,96	0,55	79,89	23,93	Nudo Ax5	47,5	0	67,5	20
Nudo 46	60,34	0,11	74,41	14,07	Nudo 152	52,66	0,77	79,42	26,76	Nudo Ax4	49,78	0	69,78	20
Nudo 47	58,4	0,99	75,48	17,08	Nudo 153	55,46	0,44	76,79	21,33	Nudo Ax3	49,3	0	77,49	28,19
Nudo 48	60,71	0,44	75,46	14,75	Nudo 154	46,12	1,43	72,55	26,43	Nudo Ax2	50,41	0	70,41	20

Estado de los Nudos de la Red (Escenario futuro)														
ID Nudo	Cota	Demanda	Altura	Presión	ID Nudo	Cota	Demanda	Altura	Presión	ID Nudo	Cota	Demanda	Altura	Presión
-	m	m^3/h	m	m	-	m	M3H	m	m	-	m	m^3/h	m	m
Nudo 49	56,77	0,44	74,41	17,64	Nudo 155	49,3	0,77	77,49	28,19	Nudo Ax20	45,64	0	60,78	15,14
Nudo 50	59,89	0,77	75,57	15,68	Nudo 156	43,27	0,99	66,06	22,79	Nudo Ax21	40,69	0	59,97	19,28
Nudo 51	44,82	0	73,46	28,64	Nudo 157	38,25	0,66	51,16	12,91	Nudo Ax1	51,1	0	73,2	22,1
Nudo 52	49,32	0,66	73,76	24,44	Nudo 158	17,71	0,77	14,66	-3,05	Nudo Ax9	55,47	0	81,12	25,65
Nudo 53	55,69	1,32	74,25	18,56	Nudo 159	54,36	0,44	76,28	21,92	Nudo Ax11	58,86	0	72,06	13,2
Nudo 54	53,61	1,21	74,05	20,44	Nudo 160	30,59	0,33	37,32	6,73	Nudo Ax12	57,24	0	71,56	14,32
Nudo 55	62,63	0,66	75,46	12,83	Nudo 161	52,23	0,55	74,59	22,36	Nudo Ax13	56,87	0	71,36	14,49
Nudo 56	56,74	0,77	74,42	17,68	Nudo 162	51,21	1,32	74,08	22,87	Nudo Ax14	56,77	0	70,9	14,13
Nudo 57	58,66	1,1	74,68	16,02	Nudo 163	48,27	1,1	73,73	25,46	Nudo Ax15	56,74	0	70,5	13,76
Nudo 58	55,46	1,21	75,51	20,05	Nudo 164	55,36	0,22	80,91	25,55	Nudo Ax16	56,28	0	70,08	13,8
Nudo 59	52,7	0,88	75,83	23,13	Nudo 165	19,8	0,66	14,71	-5,09	Nudo Ax17	55,64	0	69,81	14,17
Nudo 60	56,41	0,99	75,47	19,06	Nudo 166	52,73	0,77	76,89	24,16	Nudo Ax18	56,52	0	69,41	12,89
Nudo 62	61,28	0,99	75,38	14,1	Nudo 167	52,37	0,77	75,57	23,2	Nudo Ax19	57,52	0	69,11	11,59
Nudo 63	44,35	0,99	73,46	29,11	Nudo 168	51,45	0,55	74,61	23,16	Nudo 34	53,84	0	75,65	21,81

Estado de los Nudos de la Red (Escenario futuro)														
ID Nudo	Cota	Demanda	Altura	Presión	ID Nudo	Cota	Demanda	Altura	Presión	ID Nudo	Cota	Demanda	Altura	Presión
-	m	m^3/h	m	m	-	m	M3H	m	m	-	m	m^3/h	m	m
Nudo 64	48,19	0,44	73,53	25,34	Nudo 169	53,07	0,55	76,63	23,56	Nudo 12	53,06	0,66	75,75	22,69
Nudo 65	48,48	0,11	73,51	25,03	Nudo 170	54,96	0,66	76,29	21,33	Nudo 189	51,36	0,44	76,8	25,44
Nudo 66	55,41	1,1	74,41	19	Nudo 171	54,08	0,77	77,65	23,57	Nudo 21	40,65	0	73,46	32,81
Nudo 67	52,66	0,77	74,12	21,46	Nudo 172	50,41	0,33	73,2	22,79	Nudo 3'	49,98	0,55	73,51	23,53
Nudo 68	52,33	1,21	75,59	23,26	Nudo 173	55,27	0,22	76,82	21,55	Nudo 73	54,27	0,22	74,99	20,72
Nudo 71	54,27	0,55	75,58	21,31	Nudo 174	51,32	0,88	76,02	24,7	Nudo 95	51,62	0,11	74,98	23,36
Nudo 75	49,65	0,99	75,83	26,18	Nudo 175	52,18	1,32	73,84	21,66	Nudo 90	53,55	0,22	74,98	21,43
Nudo 76	55,71	0,66	75,01	19,3	Nudo 176	51,86	0,22	73,83	21,97	Nudo 89	56,37	0,44	74,93	18,56
Nudo 77	56,9	0,33	74,79	17,89	Nudo 177	47,15	0,77	66,02	18,87	Nudo 70	56,31	0,22	74,94	18,63
Nudo 78	56,56	0,11	74,92	18,36	Nudo 178	16,03	0,22	7,65	-8,38	Nudo 79	55,91	0,33	74,91	19
Nudo 80	56,28	0,66	74,71	18,43	Nudo 179	51,1	0,22	73,2	22,1	Nudo 72	56,56	0,11	74,67	18,11
Nudo 82	43,92	1,1	73,46	29,54	Nudo 180	31,58	0	61,39	29,81	Nudo 69	56,9	0,44	74,67	17,77
Nudo 85	56,59	0,33	74,92	18,33	Nudo 181	34,17	0	62,24	28,07	Nudo 61	62,63	0,44	74,67	12,04
Nudo 86	47,73	1,32	73,49	25,76	Nudo 182	41,87	6,18	63,08	21,21	Nudo 45	60,71	0,55	75,72	15,01

Estado de los Nudos de la Red (Escenario futuro)														
ID Nudo	Cota	Demanda	Altura	Presión	ID Nudo	Cota	Demanda	Altura	Presión	ID Nudo	Cota	Demanda	Altura	Presión
-	m	m^3/h	m	m	-	m	M3H	m	m	-	m	m^3/h	m	m
Nudo 87	53,66	0,99	74,58	20,92	Nudo 183	39,27	0	62,74	23,47	Nudo 188	48,94	0,22	76,8	27,86
Nudo 88	51	0,33	73,46	22,46	Nudo 184	46,86	0	69,23	22,37	Nudo 144	54,37	0,22	80,07	25,7
Nudo 91	55,03	0,55	74,57	19,54	Nudo 185	43,93	0	65,68	21,75	Nudo 140	55,31	0,22	78,53	23,22
Nudo 92	55,64	0,44	75,44	19,8	Nudo 186	50,22	0,33	67,79	17,57	Nudo 110	53,44	0,66	75,14	21,7
Nudo 93	56,06	0,55	75,55	19,49	Nudo 187	53,54	0,55	67,79	14,25	Nudo 108	51,07	0,66	73,45	22,38
Nudo 94	51,62	2,09	79,44	27,82	Nudo 190	53,34	0,44	67,79	14,45	Nudo 109	51,07	0,55	73,55	22,48
Nudo 96	49,3	1,27	77,6	28,3	Nudo 191	49,49	0,66	67,79	18,3	Nudo 84	51	0,44	74,58	23,58
Nudo 97	48,37	1,21	75,89	27,52	Nudo 192	48,94	0,88	67,79	18,85	Nudo 83	51	0,33	74,11	23,11
Nudo 98	47,56	0	75,27	27,71	Nudo 193	15,93	18,24	-5,87	-21,8	Nudo 81	47,73	0,44	74,11	26,38
Nudo 99	56,37	0	79,84	23,47	Nudo 194	53,29	0,22	76,79	23,5	Nudo 74	48,48	0,66	74,11	25,63
Nudo 100	47,5	0,22	75,4	27,9	Nudo 195	53,44	0,11	76,79	23,35	Nudo 41	56,77	0,44	74,87	18,1
Nudo 101	53,55	0,44	79,73	26,18	Nudo 196	51,36	0,22	67,79	16,43	Nudo 1	51,44	0,11	75,96	24,52
Nudo 102	32,12	9,12	52,37	20,25	Nudo 197	15,67	0,11	-5,87	-21,54	Nudo 9	47,08	0	60,97	13,89
Nudo 103	44,66	0	53,32	8,66	Nudo 198	46,63	0,33	69,15	22,52	Embalse Pozo.Norte.Lotes	-10	-21,12	-10	0

Estado de los Nudos de la Red (Escenario futuro)														
ID Nudo	Cota	Demanda	Altura	Presión	ID Nudo	Cota	Demanda	Altura	Presión	ID Nudo	Cota	Demanda	Altura	Presión
-	m	m^3/h	m	m	-	m	M3H	m	m	-	m	m^3/h	m	m
Nudo 104	44,18	0,33	73,46	29,28	Nudo 199	51,03	0,66	67,82	16,79	Embalse Pozo.Este.- Loteos	-11	-10,54	-11	0
Nudo 105	52,31	0,66	73,52	21,21	Nudo 200	46,85	0,88	67,8	20,95	Depósito Tanque.- Principal	80	-30,39	82	2
Nudo 106	47,48	0,99	73,56	26,08	Nudo 201	45,24	0,88	67,79	22,55	Depósito T.Este.Loteos	59,5	2,38	61,25	1,75
Nudo 107	45,38	0,33	67,5	22,12	Nudo 202	47,41	0,22	67,79	20,38	Depósito T.Norte.Loteos	60,23	9,23	62,11	1,88
Nudo 111	51,07	0,22	80,53	29,46	Nudo 203	44,58	1,61	68,43	23,85	Depósito Cist.Planta	63	-195,44	65,53	2,53
										Depósito T.Planta	75	50,7	77,19	2,19
										Depósito Cisterna.- Tanque.- Principal	65	21,77	68,98	3,98

Planilla N°10: Estado de las tuberías de la red – Escenario futuro

Estado de las Líneas de la Red (Escenario futuro)																	
	L	D	Rug.	Q	V	Perd. Unit.	F. Fricción	$D_{recom.}$		L	D	Rug.	Q	V	Perd. Unit.	F. Fricción	$D_{recom.}$
ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km		mm	ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km		mm
Tubería 1	57,73	50	0,0015	0,11	0,02	0,02	0,085	60	Tubería 171	102,03	63	0,0015	2,04	0,18	0,83	0,031	60
Tubería 2	109,21	50	0,0015	18,35	2,6	123,85	0,018	100	Tubería 173	94,3	63	0,0015	-2,92	0,26	1,56	0,029	60
Tubería 3	56,71	50	0,0015	18,57	2,63	124,48	0,018	100	Tubería 174	102,66	63	0,0015	-2,37	0,21	1,08	0,03	60
Tubería 4	58,67	50	0,0015	1,1	0,16	0,86	0,035	60	Tubería 175	101,62	63	0,0015	-3,47	0,31	2,11	0,027	60
Tubería 5	63,07	50	0,0015	0,33	0,05	0,07	0,03	60	Tubería 176	104,02	50	0,0015	-2,92	0,41	4,54	0,026	60
Tubería 6	157,17	50	0,0015	20,33	2,88	143,84	0,017	100 o 150	Tubería 177	72,93	50	0,0015	-14,04	1,99	77,91	0,019	60
Tubería 7	92,77	50	0,0015	20,66	2,92	149,25	0,017	100 o 150	Tubería 178	112,63	63	0,0015	-6,77	0,6	6,86	0,023	60
Tubería 8	94,31	50	0,0015	21,32	3,02	157,95	0,017	100 o 150	Tubería 179	92,94	63	0,0015	4,68	0,42	3,59	0,026	60
Tubería 9	89,72	50	0,0015	0,77	0,11	0,46	0,038	60	Tubería 180	103,08	63	0,0015	3,8	0,34	2,47	0,027	60
Tubería 10	52,67	50	0,0015	0,22	0,03	0,04	0,043	60	Tubería 181	94,39	63	0,0015	3,58	0,32	2,23	0,027	60
Tubería 11	108,26	63	0,0015	23,08	2,06	59,94	0,018	100 o 150	Tubería 182	145,64	63	0,0015	-0,9	0,08	0,2	0,038	60
Tubería 12	94,99	50	0,0015	5,34	0,76	13,55	0,023	60 o 75	Tubería 183	113,79	63	0,0015	-0,55	0,05	0,07	0,034	60

Estado de las Líneas de la Red (Escenario futuro)																	
	L	D	Rug.	Q	V	Perd. Unit.	F. Fricción	$D_{recom.}$		L	D	Rug.	Q	V	Perd. Unit.	F. Fricción	$D_{recom.}$
ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km		mm	ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km		mm
Tubería 13	111,2	63	0,0015	19,17	1,71	44,46	0,019	100 o 150	Tubería 184	93,11	63	0,0015	-0,66	0,06	0,11	0,041	60
Tubería 14	105,54	50	0,0015	6,88	0,97	20,65	0,021	60 o 75	Tubería 185	117,57	63	0,0015	-0,99	0,09	0,24	0,038	60
Tubería 15	78,91	50	0,0015	0,44	0,06	0,14	0,035	60	Tubería 186	93,87	63	0,0015	1,9	0,17	0,72	0,031	60
Tubería 16	97,53	50	0,0015	5,78	0,82	15,15	0,022	60 o 75	Tubería 188	102,47	63	0,0015	0,44	0,04	0,04	0,03	60
Tubería 17	120,72	50	0,0015	1,98	0,28	2,31	0,029	60	Tubería 189	97,02	63	0,0015	-6,11	0,54	5,76	0,024	60
Tubería 18	105,43	50	0,0015	3,08	0,44	4,99	0,026	60	Tubería 190	56,55	50	0,0015	0,55	0,08	0,26	0,042	60
Tubería 19	101,18	50	0,0015	-0,11	0,02	0,02	0,084	60	Tubería 191	61,91	63	0,0015	-4,13	0,37	2,81	0,026	60
Tubería 20	105,36	50	0,0015	0,33	0,05	0,07	0,03	60	Tubería 192	65,34	50	0,0015	-4,85	0,69	11,18	0,023	60
Tubería 22	118,84	50	0,0015	0,99	0,14	0,7	0,035	60	Tubería 193	108,82	63	0,0015	-4,06	0,36	2,78	0,026	60
Tubería 23	99,58	75	0,0015	0,21	0,01	0,01	0,068	60	Tubería 194	94,84	63	0,0015	-3,05	0,27	1,64	0,027	60
Tubería 24	15,67	75	0,0015	0,12	0,01	0,01	0,126	60	Tubería 195	109,71	63	0,0015	-2,91	0,26	1,54	0,028	60
Tubería 25	12,72	75	0,0015	0,76	0,05	0,07	0,042	60	Tubería 196	107,06	50	0,0015	-2,17	0,31	2,7	0,028	60
Tubería 26	91,2	75	0,0015	0,54	0,03	0,02	0,03	60	Tubería 197	104,66	63	0,0015	3,3	0,29	1,88	0,027	60

Estado de las Líneas de la Red (Escenario futuro)																	
	L	D	Rug.	Q	V	Perd. Unit.	F. Fricción	$D_{recom.}$		L	D	Rug.	Q	V	Perd. Unit.	F. Fricción	$D_{recom.}$
ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km		mm	ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km		mm
Tubería 27	95,99	75	0,0015	1,65	0,1	0,25	0,034	60	Tubería 198	106,3	63	0,0015	-4,04	0,36	2,68	0,026	60
Tubería 28	124,65	75	0,0015	0,32	0,02	0,01	0,044	60	Tubería 199	95,64	63	0,0015	-1,84	0,16	0,7	0,032	60
Tubería 29	119,57	75	0,0015	0,56	0,04	0,03	0,031	60	Tubería 200	115,32	63	0,0015	3,94	0,35	2,56	0,026	60
Tubería 30	116,27	75	0,0015	1,26	0,08	0,16	0,037	60	Tubería 201	126,12	63	0,0015	3,28	0,29	1,85	0,027	60
Tubería 31	118,74	75	0,0015	3,57	0,22	0,94	0,028	60	Tubería 202	149,88	63	0,0015	1,41	0,13	0,44	0,034	60
Tubería 32	113,62	75	0,0015	3,58	0,22	0,97	0,028	60	Tubería 203	29,37	63	0,0015	-1,42	0,13	0,45	0,034	60
Tubería 33	84,68	75	0,0015	0,22	0,01	0,01	0,05	60	Tubería 204	65,82	63	0,0015	-1,31	0,12	0,38	0,035	60
Tubería 34	96,26	75	0,0015	0,9	0,06	0,09	0,041	60	Tubería 205	113,89	63	0,0015	0,66	0,06	0,11	0,04	60
Tubería 35	114,1	75	0,0015	1,33	0,08	0,18	0,037	60	Tubería 206	58,39	63	0,0015	0,77	0,07	0,16	0,042	60
Tubería 36	143,22	75	0,0015	7,81	0,49	3,83	0,023	60 o 75	Tubería 210	66,26	63	0,0015	-2,28	0,2	0,99	0,03	60
Tubería 37	172,88	75	0,0015	1,61	0,1	0,24	0,034	60	Tubería 211	126,39	63	0,0015	2,83	0,25	1,46	0,028	60
Tubería 38	119,41	75	0,0015	9,86	0,62	5,66	0,022	75 o 100	Tubería 212	68,38	63	0,0015	3,16	0,28	1,75	0,027	60
Tubería 39	207,28	75	0,0015	10,19	0,64	6,07	0,022	75 o 100	Tubería 213	131,99	63	0,0015	4,1	0,37	2,8	0,026	60

Estado de las Líneas de la Red (Escenario futuro)																	
	L	D	Rug.	Q	V	Perd. Unit.	F. Fricción	$D_{recom.}$		L	D	Rug.	Q	V	Perd. Unit.	F. Fricción	$D_{recom.}$
ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km		mm	ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km		mm
Tubería 40	119,82	75	0,0015	1,58	0,1	0,23	0,034	60	Tubería 214	61,14	63	0,0015	8,02	0,71	9,63	0,023	60 o 75
Tubería 41	125,73	75	0,0015	0,81	0,05	0,07	0,041	60	Tubería 215	27,03	110	0,0015	-21,27	0,62	3,93	0,022	60
Tubería 42	129,96	75	0,0015	0,37	0,02	0,02	0,043	60	Tubería 216	103,76	63	0,0015	7,95	0,71	9,17	0,023	60 o 75
Tubería 43	133,74	75	0,0015	0,32	0,02	0,01	0,037	60	Tubería 217	93,35	63	0,0015	6,6	0,59	6,61	0,024	60 o 75
Tubería 44	84,82	50	0,0015	0,44	0,06	0,13	0,034	60	Tubería 218	103,6	63	0,0015	-6,47	0,58	6,35	0,024	60
Tubería 45	124,02	50	0,0015	0,99	0,14	0,69	0,035	60	Tubería 219	103,12	63	0,0015	6,91	0,62	7,14	0,023	60 o 75
Tubería 46	23,92	50	0,0015	9,12	1,29	40,05	0,024	60 o 75	Tubería 220	72,11	63	0,0015	0,11	0,01	0,01	0,108	60
Tubería 47	103,11	50	0,0015	10,11	1,43	41,09	0,02	75 o 100	Tubería 221	103,09	63	0,0015	-0,55	0,05	0,07	0,034	60
Tubería 48	35,35	50	0,0015	0,11	0,02	0,02	0,085	60	Tubería 222	102,66	50	0,0015	2,06	0,29	2,52	0,029	60
Tubería 49	37,98	50	0,0015	0,22	0,03	0,04	0,043	60	Tubería 224	92,32	63	0,0015	0,5	0,04	0,05	0,032	60
Tubería 50	45,04	50	0,0015	0,44	0,06	0,14	0,034	60	Tubería 225	91,87	63	0,0015	-0,05	0	0	0,311	60
Tubería 51	121,87	50	0,0015	0,77	0,11	0,46	0,038	60	Tubería 226	106,8	63	0,0015	0,49	0,04	0,05	0,03	60
Tubería 52	81,17	75	0,0015	0,22	0,01	0,01	0,063	60	Tubería 227	94,9	50	0,0015	4,15	0,59	8,44	0,024	60

Estado de las Líneas de la Red (Escenario futuro)																	
	L	D	Rug.	Q	V	Perd. Unit.	F. Fricción	$D_{recom.}$		L	D	Rug.	Q	V	Perd. Unit.	F. Fricción	$D_{recom.}$
ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km		mm	ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km		mm
Tubería 53	78,07	75	0,0015	0,55	0,03	0,03	0,031	60	Tubería 228	106,07	63	0,0015	2,13	0,19	0,9	0,031	60
Tubería 54	18,57	75	0,0015	10,88	0,68	7,39	0,023	75 o 100	Tubería 229	90,68	63	0,0015	2,6	0,23	1,24	0,029	60
Tubería 55	58,35	75	0,0015	11,65	0,73	8,32	0,023	75 o 100	Tubería 230	104,66	63	0,0015	2,45	0,22	1,12	0,029	60
Tubería 56	124,37	75	0,0015	15,89	1	13,74	0,02	100	Tubería 231	92,32	63	0,0015	2,01	0,18	0,82	0,031	60
Tubería 57	121,32	75	0,0015	17,16	1,08	15,22	0,019	100	Tubería 232	102,82	63	0,0015	2,05	0,18	0,82	0,03	60
Tubería 58	75,94	75	0,0015	-3,03	0,19	0,71	0,029	60	Tubería 233	138,6	50	0,0015	1,98	0,28	2,3	0,029	60
Tubería 59	96,53	75	0,0015	-0,28	0,02	0,01	0,05	60	Tubería 234	105,25	50	0,0015	0,77	0,11	0,45	0,037	60
Tubería 60	95,06	75	0,0015	2,58	0,16	0,54	0,03	60	Tubería 235	48,2	63	0,0015	5,42	0,48	4,58	0,024	60 o 75
Tubería 62	97	63	0,0015	12,11	1,08	19,55	0,021	75 o 100	Tubería 236	111,27	63	0,0015	0,88	0,08	0,2	0,039	60
Tubería 63	106,15	75	0,0015	-13,55	0,85	9,99	0,02	60	Tubería 238	134,15	75	0,0015	-1,77	0,11	0,29	0,034	60
Tubería 64	106,52	75	0,0015	12,78	0,8	9	0,021	75 o 100	Tubería 240	87,67	63	0,0015	-2,02	0,18	0,83	0,031	60
Tubería 65	83,85	75	0,0015	0,33	0,02	0,01	0,042	60	Tubería 242	42,93	63	0,0015	0,33	0,03	0,03	0,038	60
Tubería 66	92,94	75	0,0015	0,53	0,03	0,02	0,03	60	Tubería 243	53,53	63	0,0015	0,55	0,05	0,07	0,034	60

Estado de las Líneas de la Red (Escenario futuro)																	
	L	D	Rug.	Q	V	Perd. Unit.	F. Fricción	$D_{recom.}$		L	D	Rug.	Q	V	Perd. Unit.	F. Fricción	$D_{recom.}$
ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km		mm	ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km		mm
Tubería 67	105,63	75	0,0015	-0,11	0,01	0	0,137	60	Tubería 244	82,67	63	0,0015	1,87	0,17	0,72	0,032	60
Tubería 68	68,58	75	0,0015	-0,11	0,01	0	0,137	60	Tubería 245	59,68	75	0,0015	5,03	0,32	1,84	0,027	60 o 75
Tubería 69	99,28	75	0,0015	0,33	0,02	0,01	0,044	60	Tubería 246	137,63	110	0,0015	7,67	0,22	0,58	0,025	60 o 75
Tubería 71	109,58	75	0,0015	0,11	0,01	0	0,058	60	Tubería 247	138,63	50	0,0015	1,23	0,17	1,01	0,033	60
Tubería 72	107,76	75	0,0015	0,32	0,02	0,01	0,052	60	Tubería 248	107,41	110	0,0015	8,88	0,26	0,8	0,026	60 o 75
Tubería 73	58,5	75	0,0015	0,18	0,01	0	0,045	60	Tubería 249	105,26	50	0,0015	0,02	0	0	0,372	60
Tubería 74	58,51	75	0,0015	-0,15	0,01	0,01	0,145	60	Tubería 250	60,68	50	0,0015	3,68	0,52	6,87	0,025	60
Tubería 75	106,75	75	0,0015	0,44	0,03	0,02	0,029	60	Tubería 251	37,1	110	0,0015	12,88	0,38	1,78	0,027	75 o 100
Tubería 76	103	75	0,0015	-1,14	0,07	0,13	0,038	60	Tubería 252	95,91	110	0,0015	12,99	0,38	1,5	0,022	75 o 100
Tubería 77	66,38	75	0,0015	-0,32	0,02	0,01	0,042	60	Tubería 253	101,81	110	0,0015	13,1	0,38	1,52	0,022	75 o 100
Tubería 78	57,98	75	0,0015	0,01	0	0	11,355	60	Tubería 254	26,01	110	0,0015	29	0,85	8,62	0,026	150
Tubería 79	114,14	75	0,0015	1,06	0,07	0,12	0,038	60	Tubería 255	79,11	63	0,0015	7,51	0,67	8,4	0,023	60 o 75
Tubería 80	111,05	75	0,0015	1,9	0,12	0,32	0,033	60	Tubería 256	99,59	50	0,0015	3,01	0,43	4,9	0,027	60

Estado de las Líneas de la Red (Escenario futuro)																	
	L	D	Rug.	Q	V	Perd. Unit.	F. Fricción	$D_{recom.}$		L	D	Rug.	Q	V	Perd. Unit.	F. Fricción	$D_{recom.}$
ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km		mm	ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km		mm
Tubería 81	70,41	75	0,0015	1,12	0,07	0,13	0,038	60	Tubería 257	95,14	50	0,0015	2,27	0,32	2,92	0,028	60
Tubería 82	54,63	75	0,0015	1,23	0,08	0,16	0,039	60	Tubería 258	86,43	50	0,0015	0,55	0,08	0,26	0,042	60
Tubería 83	46,17	75	0,0015	2,16	0,14	0,4	0,032	60	Tubería 259	130,13	50	0,0015	1,76	0,25	1,9	0,03	60
Tubería 84	54,54	75	0,0015	3,94	0,25	1,14	0,027	60	Tubería 260	105,27	63	0,0015	0,55	0,05	0,07	0,034	60
Tubería 85	110,65	75	0,0015	1,33	0,08	0,18	0,037	60	Tubería 261	65,41	50	0,0015	4,11	0,58	8,33	0,024	60
Tubería 87	58,23	75	0,0015	2,1	0,13	0,38	0,032	60	Tubería 262	95,54	50	0,0015	0,03	0	0	0,287	60
Tubería 88	109,72	50	0,0015	-0,22	0,03	0,04	0,044	60	Tubería 263	140,33	50	0,0015	0,91	0,13	0,6	0,036	60
Tubería 89	110,17	50	0,0015	-0,05	0,01	0,01	0,208	60	Tubería 264	97,8	50	0,0015	-4,1	0,58	8,25	0,024	60
Tubería 90	97,03	50	0,0015	1,1	0,16	0,84	0,034	60	Tubería 265	98,15	50	0,0015	0,66	0,09	0,35	0,039	60
Tubería 91	96,76	50	0,0015	3,19	0,45	5,3	0,026	60	Tubería 266	105,95	50	0,0015	3,75	0,53	7,22	0,025	60
Tubería 92	99,15	50	0,0015	1,16	0,16	0,91	0,033	60	Tubería 267	108,73	50	0,0015	-1,99	0,28	2,33	0,029	60
Tubería 93	106,11	50	0,0015	1,04	0,15	0,77	0,035	60	Tubería 268	93,55	50	0,0015	0,66	0,09	0,35	0,04	60
Tubería 94	95,58	50	0,0015	0,38	0,05	0,09	0,03	60	Tubería 269	88,79	50	0,0015	0,22	0,03	0,04	0,043	60

Estado de las Líneas de la Red (Escenario futuro)																	
	L	D	Rug.	Q	V	Perd. Unit.	F. Fricción	$D_{recom.}$		L	D	Rug.	Q	V	Perd. Unit.	F. Fricción	$D_{recom.}$
ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km		mm	ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km		mm
Tubería 95	82,77	50	0,0015	2,03	0,29	2,4	0,029	60	Tubería 270	69,18	50	0,0015	2,36	0,33	3,24	0,029	60
Tubería 96	88,67	50	0,0015	3,13	0,44	5,13	0,026	60	Tubería 271	104,72	160	0,0015	54,43	0,75	3,29	0,018	150 o 200
Tubería 97	97,68	50	0,0015	1,37	0,19	1,21	0,032	60	Tubería 272	93,01	50	0,0015	2,95	0,42	4,73	0,027	60
Tubería 98	80,86	50	0,0015	-0,5	0,07	0,2	0,039	60	Tubería 273	99,04	63	0,0015	-14,23	1,27	25,12	0,019	60
Tubería 99	93,46	50	0,0015	-1,6	0,23	1,6	0,03	60	Tubería 274	105,57	160	0,0015	33,84	0,47	1,39	0,02	150
Tubería 100	97,75	50	0,0015	3,49	0,49	6,2	0,025	60	Tubería 275	51,58	110	0,0015	18,84	0,55	3	0,021	100
Tubería 101	107,18	50	0,0015	-1,19	0,17	0,95	0,033	60	Tubería 276	96,79	50	0,0015	2,3	0,33	3	0,028	60
Tubería 102	109,95	50	0,0015	-2,18	0,31	2,71	0,028	60	Tubería 277	44,78	110	0,0015	18,07	0,53	2,81	0,022	100
Tubería 103	98,71	50	0,0015	2,08	0,29	2,51	0,028	60	Tubería 278	68,66	50	0,0015	-0,22	0,03	0,04	0,043	60
Tubería 104	101,62	50	0,0015	-2,84	0,4	4,41	0,027	60	Tubería 279	75,03	50	0,0015	0,44	0,06	0,13	0,034	60
Tubería 105	100,11	50	0,0015	1,21	0,17	0,98	0,033	60	Tubería 280	47,58	50	0,0015	0,99	0,14	0,73	0,036	60
Tubería 106	86,53	50	0,0015	0,46	0,07	0,16	0,036	60	Tubería 281	98,94	110	0,0015	17,08	0,5	2,6	0,022	100
Tubería 107	89,65	50	0,0015	-0,64	0,09	0,33	0,04	60	Tubería 282	104,78	50	0,0015	2,17	0,31	2,7	0,028	60

Estado de las Líneas de la Red (Escenario futuro)																	
	L	D	Rug.	Q	V	Perd. Unit.	F. Fricción	$D_{recom.}$		L	D	Rug.	Q	V	Perd. Unit.	F. Fricción	$D_{recom.}$
ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km		mm	ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km		mm
Tubería 108	106,2	50	0,0015	-1,3	0,18	1,12	0,032	60	Tubería 283	105,69	50	0,0015	1,28	0,18	1,08	0,032	60
Tubería 109	89,29	50	0,0015	-4,99	0,71	12,05	0,024	60	Tubería 284	95,27	50	0,0015	1,33	0,19	1,17	0,033	60
Tubería 110	95,31	50	0,0015	1,65	0,23	1,67	0,03	60	Tubería 285	96,14	50	0,0015	1,28	0,18	1,1	0,033	60
Tubería 111	95,14	50	0,0015	2,26	0,32	2,97	0,029	60	Tubería 286	106,62	50	0,0015	1,22	0,17	1,02	0,033	60
Tubería 112	131,93	50	0,0015	0,02	0	0	0,322	60	Tubería 287	92,17	50	0,0015	0,99	0,14	0,7	0,035	60
Tubería 113	88,24	50	0,0015	1,49	0,21	1,43	0,032	60	Tubería 288	13,83	160	0,0015	-116,23	1,61	29,38	0,036	60
Tubería 114	88,21	50	0,0015	0,72	0,1	0,4	0,038	60	Tubería 289	12,52	50	0,0015	8,16	1,15	37,37	0,028	60 o 75
Tubería 115	38,34	50	0,0015	-0,78	0,11	0,47	0,038	60	Tubería 290	16,3	50	0,0015	11,89	1,68	70,07	0,024	75 o 100
Tubería 116	106,36	50	0,0015	0,21	0,03	0,04	0,045	60	Tubería 292	23,71	110	0,0015	37,13	1,09	14,04	0,026	150 o 200
Tubería 117	101,87	50	0,0015	0,33	0,05	0,07	0,03	60	Tubería 122	126,07	50	0,0015	2,39	0,34	3,24	0,028	60
Tubería 118	55,84	50	0,0015	0,83	0,12	0,52	0,037	60	Tubería 293	126,05	50	0,0015	2,39	0,34	3,19	0,027	60
Tubería 119	108,54	50	0,0015	0,17	0,02	0,03	0,054	60	Tubería 294	16,01	110	0,0015	87,83	2,57	45,02	0,015	200
Tubería 120	92,76	50	0,0015	-0,82	0,12	0,5	0,037	60	Tubería 319	103,92	75	0,0015	0,38	0,02	0,01	0,037	60

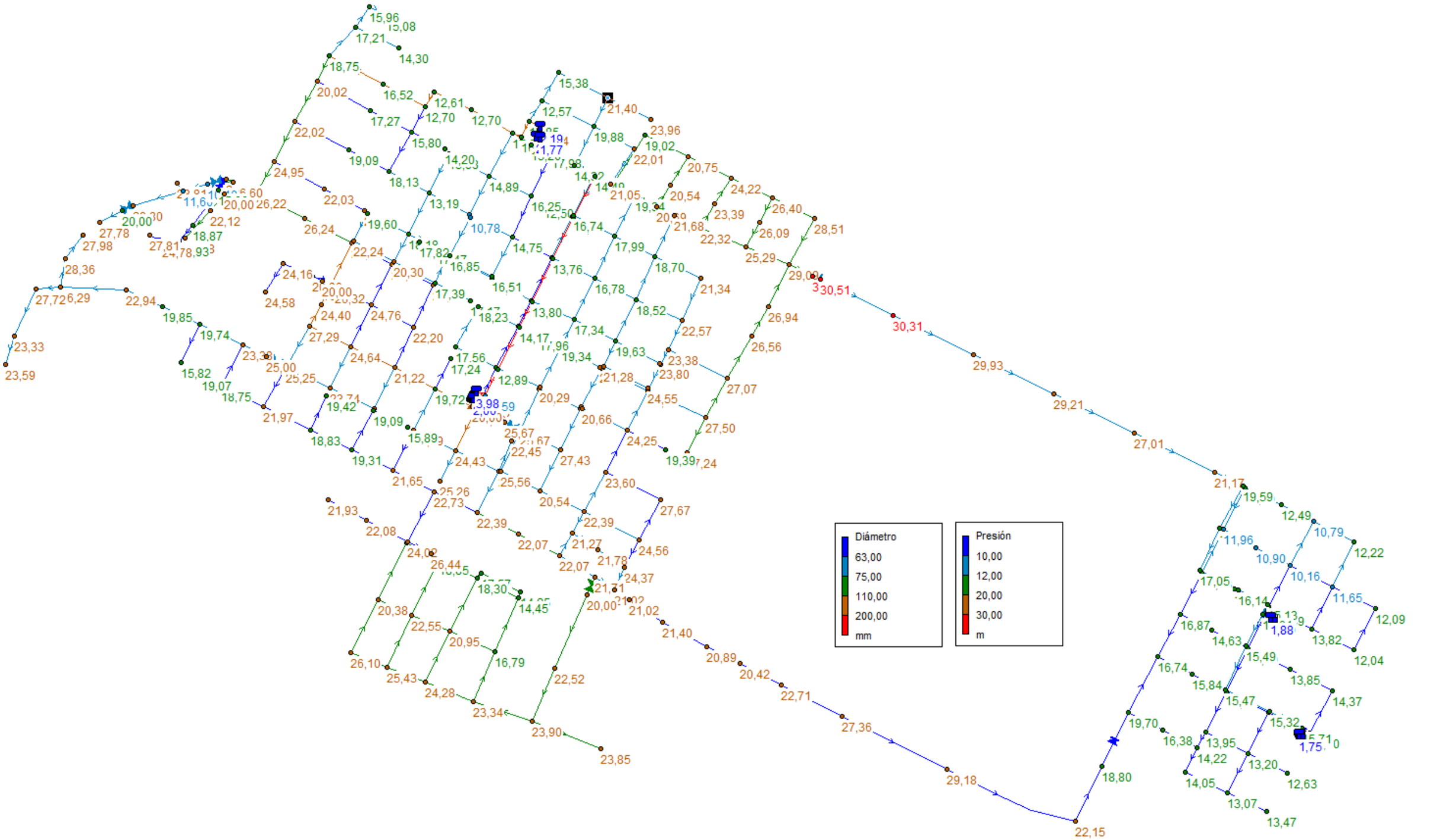
Estado de las Líneas de la Red (Escenario futuro)																	
	L	D	Rug.	Q	V	Perd. Unit.	F. Fricción	$D_{recom.}$		L	D	Rug.	Q	V	Perd. Unit.	F. Fricción	$D_{recom.}$
ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km		mm	ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km		mm
Tubería 121	99,54	50	0,0015	0,33	0,05	0,07	0,03	60	Tubería 321	96,2	75	0,0015	0,41	0,03	0,02	0,034	60
Tubería 124	270,29	50	0,0015	2,39	0,34	3,17	0,027	60	Tubería 61	60,43	63	0,0015	3,73	0,33	2,35	0,026	60
Tubería 125	156,17	50	0,0015	2,39	0,34	3,18	0,027	60	Tubería 70	112,62	200	0,0015	107,61	0,95	4,38	0,019	250
Tubería 126	107,34	50	0,0015	2,39	0,34	3,19	0,027	60	Tubería 161	48,2	200	0,0015	107,61	0,95	4,22	0,018	250
Tubería 127	84,89	50	0,0015	8,57	1,21	30,65	0,02	60 o 75	Tubería 163	103,12	200	0,0015	107,61	0,95	4,45	0,019	250
Tubería 128	116,2	50	0,0015	8,57	1,21	30,51	0,02	60 o 75	Tubería 166	103,09	200	0,0015	107,61	0,95	3,92	0,017	250
Tubería 129	130,31	50	0,0015	8,57	1,21	30,46	0,02	60 o 75	Tubería 172	107,06	200	0,0015	107,61	0,95	3,91	0,017	250
Tubería 130	52,42	63	0,0015	0,18	0,02	0,01	0,064	60	Tubería 187	65,34	200	0,0015	107,61	0,95	4,07	0,018	250
Tubería 131	93,57	63	0,0015	10,7	0,95	15,09	0,021	75 o 100	Tubería 207	104,02	200	0,0015	107,61	0,95	3,91	0,017	250
Tubería 132	52,25	63	0,0015	1,53	0,14	0,5	0,033	60	Tubería 209	72,93	200	0,0015	107,61	0,95	4,03	0,017	250
Tubería 133	69,72	63	0,0015	6,92	0,62	7,32	0,024	60 o 75	Tubería 223	13,83	200	0,0015	107,61	0,95	9,65	0,042	250
Tubería 134	71,62	63	0,0015	5,6	0,5	4,8	0,024	60 o 75	Tubería 237	90,74	63	0,0015	3,03	0,27	1,62	0,028	60
Tubería 135	51,19	63	0,0015	8,61	0,77	10,4	0,022	60 o 75	Tubería 239	39,91	63	0,0015	-2,37	0,21	1,08	0,03	60

Estado de las Líneas de la Red (Escenario futuro)																	
	L	D	Rug.	Q	V	Perd. Unit.	F. Fricción	$D_{recom.}$		L	D	Rug.	Q	V	Perd. Unit.	F. Fricción	$D_{recom.}$
ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km		mm	ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km		mm
Tubería 136	51,31	63	0,0015	5,94	0,53	5,38	0,024	60 o 75	Tubería 241	95,16	63	0,0015	2,37	0,21	1,08	0,03	60
Tubería 137	143,81	63	0,0015	5,07	0,45	4,07	0,025	60 o 75	Tubería 327	58,87	63	0,0015	0	0	0	0	60
Tubería 138	95,91	63	0,0015	5,89	0,52	5,21	0,023	60 o 75	Tubería 353	106	63	0,0015	-1,34	0,12	0,39	0,034	60
Tubería 139	110,57	63	0,0015	17,89	1,59	37,83	0,018	100	Tubería 355	64,31	63	0,0015	1,61	0,14	0,55	0,033	60
Tubería 140	97,79	63	0,0015	9,88	0,88	13,09	0,021	75 o 100	Tubería 123	317,26	50	0,0015	2,39	0,34	3,17	0,027	60
Tubería 141	101,81	63	0,0015	8,55	0,76	10,11	0,022	60 o 75	Tubería 320	86,76	75	0,0015	0,1	0,01	0	0,07	60
Tubería 142	95,54	63	0,0015	8,77	0,78	10,98	0,022	60 o 75	Tubería 291	104,78	63	0,0015	-0,47	0,04	0,04	0,03	60
Tubería 143	104,89	63	0,0015	7,3	0,65	7,62	0,022	60 o 75	Tubería 295	105,69	63	0,0015	-1,57	0,14	0,52	0,033	60
Tubería 144	72,18	63	0,0015	0,22	0,02	0,02	0,053	60	Tubería 296	27,65	63	0,0015	2,01	0,18	0,82	0,032	60
Tubería 145	108,11	63	0,0015	12,99	1,16	22,05	0,02	75 o 100	Tubería 297	68,57	50	0,0015	0,33	0,05	0,07	0,03	60
Tubería 146	106,78	50	0,0015	3,96	0,56	7,77	0,024	60	Tubería 298	115,21	63	0,0015	0,06	0,01	0	0,154	60
Tubería 147	93,77	50	0,0015	8,49	1,2	30,09	0,02	60 o 75	Tubería 299	57,85	50	0,0015	0,22	0,03	0,04	0,044	60
Tubería 148	109,61	63	0,0015	4,99	0,45	4	0,025	60 o 75	Tubería 300	73,09	63	0,0015	0,22	0,02	0,02	0,054	60

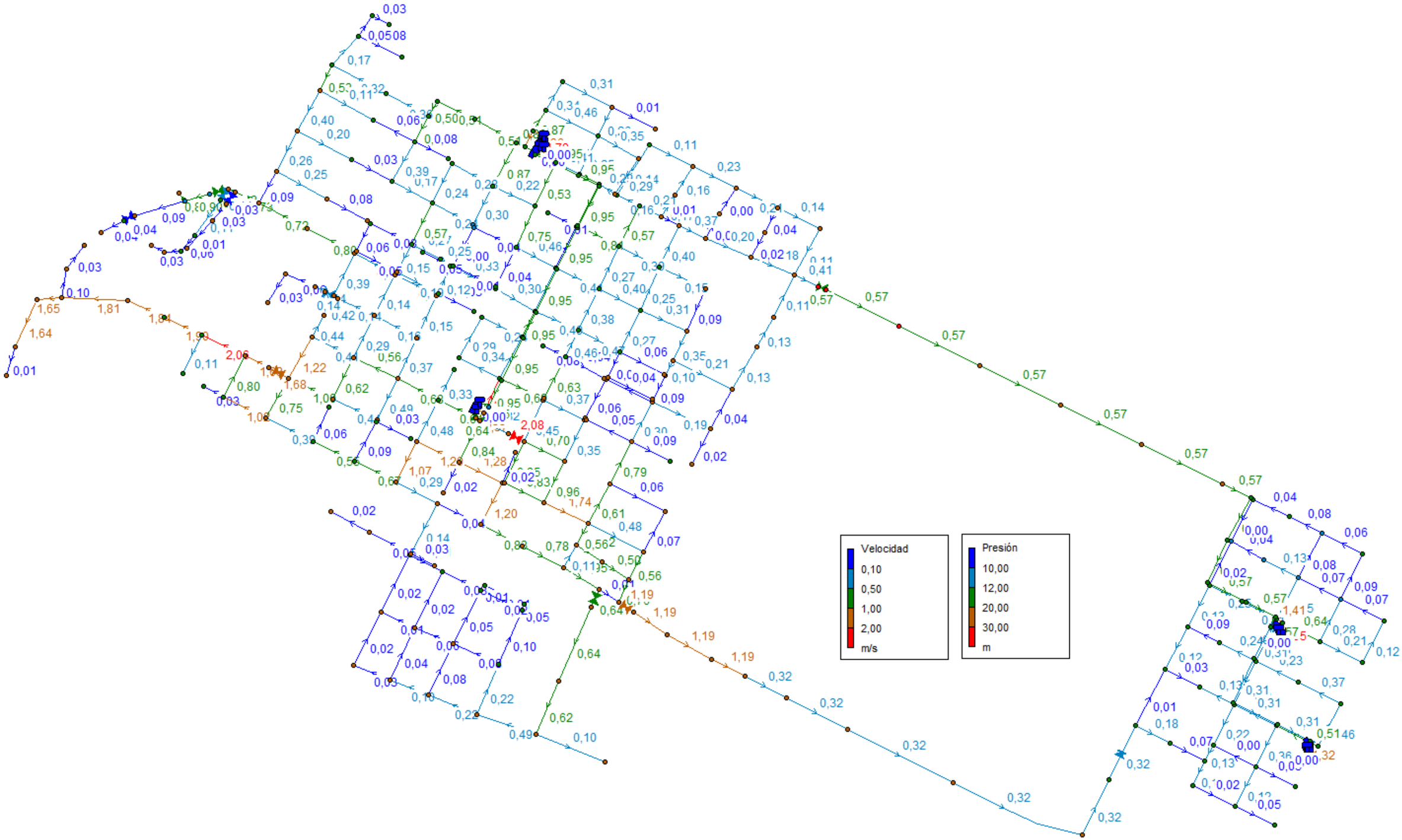
Estado de las Líneas de la Red (Escenario futuro)																	
	L	D	Rug.	Q	V	Perd. Unit.	F. Fricción	$D_{recom.}$		L	D	Rug.	Q	V	Perd. Unit.	F. Fricción	$D_{recom.}$
ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km		mm	ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km		mm
Tubería 149	98,22	63	0,0015	3,93	0,35	2,64	0,027	60	Tubería 301	117,57	63	0,0015	0,44	0,04	0,04	0,03	60
Tubería 150	97,2	110	0,0015	18,97	0,55	2,95	0,021	100	Tubería 304	108,95	63	0,0015	0,11	0,01	0,01	0,107	60
Tubería 151	104,54	160	0,0015	61,05	0,84	4,46	0,02	200	Tubería 302	15,5	50	0,0015	-8,71	1,23	33,98	0,022	60
Tubería 152	21,96	160	0,0015	-102,2	1,41	18,05	0,028	60	Tubería 303	15,43	50	0,0015	3,17	0,45	6,37	0,031	60
Tubería 153	110,15	160	0,0015	21,63	0,3	0,67	0,024	100 o 150	Bomba 208	Sin Valor	Sin Valor	Sin Valor	87,83	0	-12,38	0	200
Tubería 154	112,97	63	0,0015	11,49	1,02	17,09	0,02	75 o 100	Bomba BOMBACentro	Sin Valor	Sin Valor	Sin Valor	85,84	0	-13,02	0	200
Tubería 155	109,73	63	0,0015	5,16	0,46	4,24	0,025	60 o 75	Bomba 331	Sin Valor	Sin Valor	Sin Valor	21,12	0	-72,11	0	100 o 150
Tubería 156	96,93	63	0,0015	7,1	0,63	7,27	0,022	60 o 75	Bomba 333	Sin Valor	Sin Valor	Sin Valor	107,61	0	-6,53	0	250
Tubería 157	97,66	63	0,0015	5,71	0,51	5,1	0,024	60 o 75	Bomba 86	Sin Valor	Sin Valor	Sin Valor	10,54	0	-72,25	0	75 o 100
Tubería 158	111,81	160	0,0015	-44,89	0,62	2,31	0,019	60	Válvula 322	Sin Valor	50	Sin Valor	10,11	1,43	17,71	0	75 o 100
Tubería 159	65,4	63	0,0015	0,58	0,05	0,08	0,037	60	Válvula 323	Sin Valor	50	Sin Valor	0,44	0,06	6,81	0	60
Tubería 160	104,8	63	0,0015	0,8	0,07	0,16	0,04	60	Válvula 324	Sin Valor	50	Sin Valor	0,77	0,11	12,71	0	60

Estado de las Líneas de la Red (Escenario futuro)																	
	L	D	Rug.	Q	V	Perd. Unit.	F. Fricción	$D_{recom.}$		L	D	Rug.	Q	V	Perd. Unit.	F. Fricción	$D_{recom.}$
ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km		mm	ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km		mm
Tubería 162	65,88	63	0,0015	1,32	0,12	0,4	0,036	60	Válvula 325	Sin Valor	75	Sin Valor	0,55	0,03	7,9	0	60
Tubería 164	91,62	63	0,0015	0,33	0,03	0,03	0,037	60	Válvula 326	Sin Valor	50	Sin Valor	0,99	0,14	9,92	0	60
Tubería 165	61,65	63	0,0015	0,8	0,07	0,17	0,041	60	Válvula 328	Sin Valor	63	Sin Valor	19,17	1,71	0	0	100 o 150
Tubería 167	71,84	63	0,0015	2,23	0,2	0,96	0,03	60	Válvula 329	Sin Valor	75	Sin Valor	10,19	0,64	2,79	0	75 o 100
Tubería 168	95,79	63	0,0015	5,01	0,45	3,92	0,024	60 o 75	Válvula 332	Sin Valor	50	Sin Valor	8,57	1,21	0	0	60 o 75
Tubería 169	104,32	63	0,0015	1,94	0,17	0,76	0,032	60	Válvula 21	Sin Valor	63	Sin Valor	21,63	1,93	0	0	100 o 150
Tubería 170	115,21	63	0,0015	2,37	0,21	1,05	0,029	60									

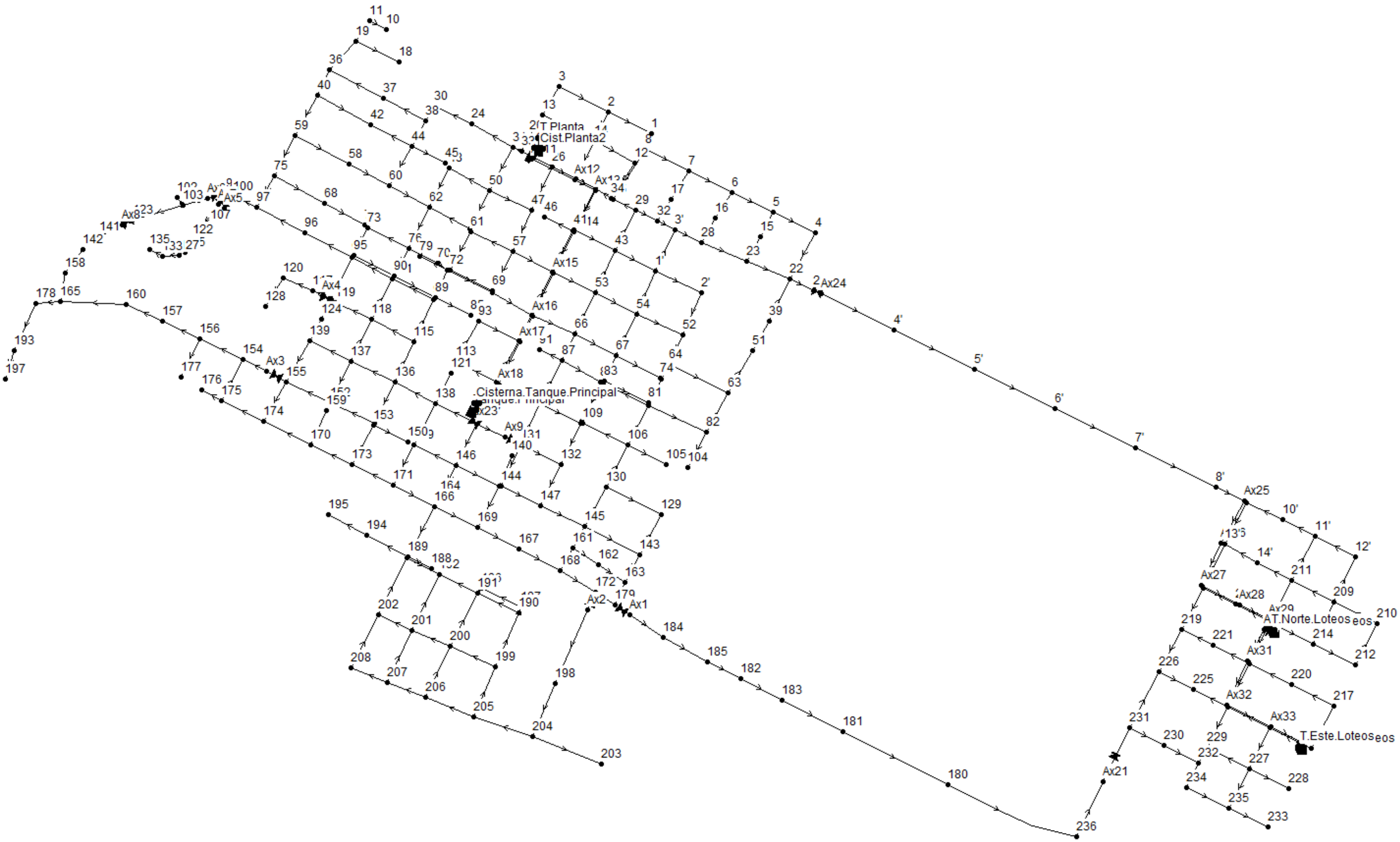
Esquema N°7: Presiones resultantes – Escenario de proyecto



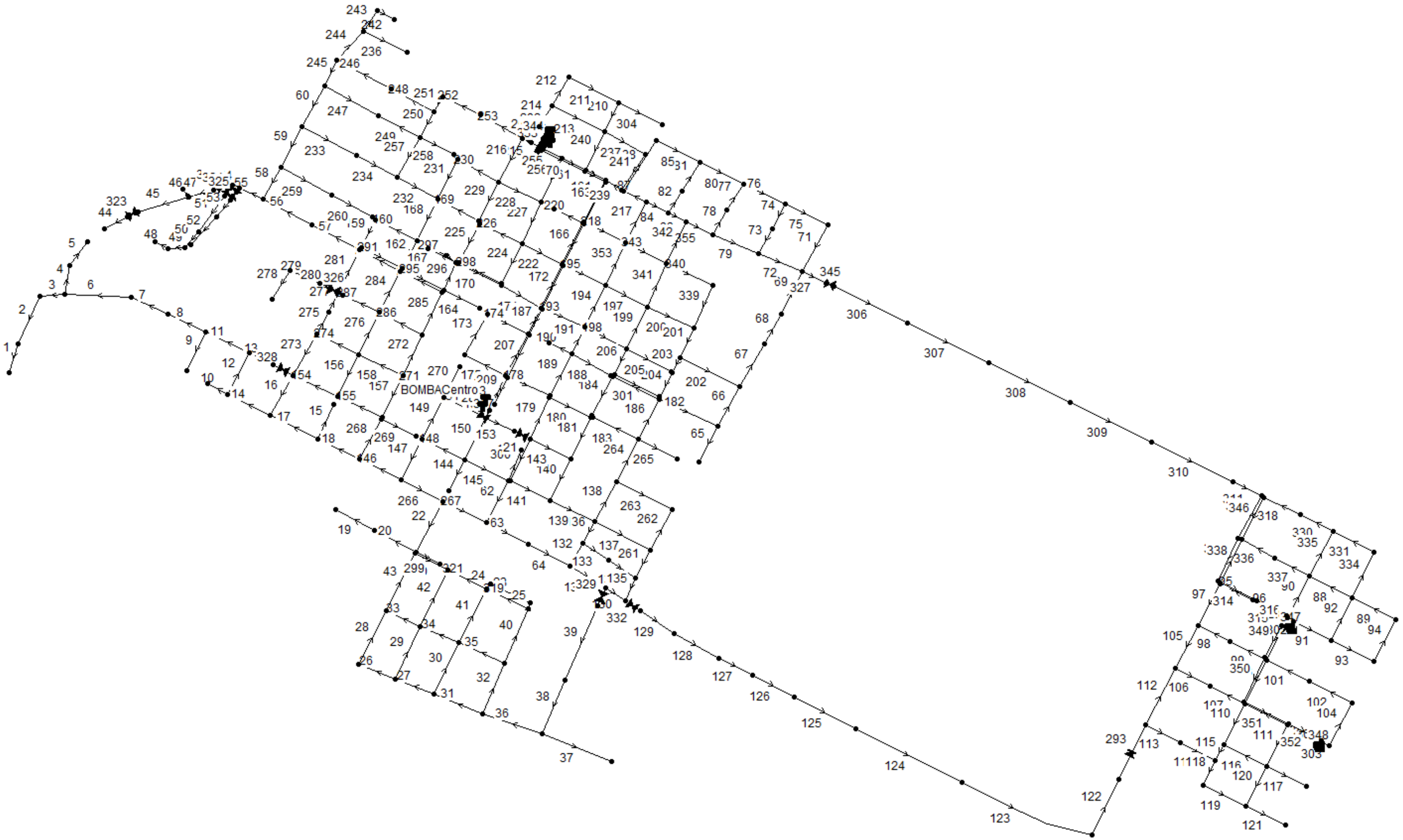
Esquema N°8: Velocidades resultantes – Escenario de proyecto



Esquema N°9: Enumeración de nudos – Escenario de proyecto



Esquema N°10: Enumeración de tuberías – Escenario de proyecto



Planilla N°11: Estado de nudos de la red – Escenario de proyecto

Estado de los Nudos de la Red (Escenario de proyecto)														
ID Nudo	Cota	Demanda	Altura	Presión	ID Nudo	Cota	Demanda	Altura	Presión	ID Nudo	Cota	Demanda	Altura	Presión
-	m	m^3/h	m	m	-	m	m^3/h	m	m	-	m	m^3/h	m	m
Nudo 2	54,01	0,44	75,41	21,4	Nudo 121	60,12	2,36	77,36	17,24	Nudo 222	45,64	0,33	60,54	14,9
Nudo 3	60,3	0,33	75,68	15,38	Nudo 122	43,63	0,33	62,5	18,87	Nudo 223	46,21	1,43	59,38	13,17
Nudo 4	42,85	0,33	71,36	28,51	Nudo 123	26,43	0,55	56,23	29,8	Nudo 224	46,29	1,1	59,18	12,89
Nudo 5	45	0,55	71,4	26,4	Nudo 124	52,47	0,77	76,87	24,4	Nudo 225	43,28	1,1	59,12	15,84
Nudo 6	47,26	0,44	71,48	24,22	Nudo 125	42,22	0,22	67,5	25,28	Nudo 226	42,38	0,77	59,12	16,74
Nudo 7	50,85	0,55	71,6	20,75	Nudo 126	57,52	0	81,6	24,08	Nudo 227	45,83	1,32	59,03	13,2
Nudo 8	52,61	0,44	71,63	19,02	Nudo 127	42,57	0,22	62,5	19,93	Nudo 228	46,4	0,33	59,03	12,63
Nudo 10	60,1	0,33	75,18	15,08	Nudo 128	45,15	0,22	69,73	24,58	Nudo 229	45,08	0,66	59,03	13,95
Nudo 11	59,22	0,22	75,18	15,96	Nudo 129	45,46	0,88	73,13	27,67	Nudo 230	42,65	0,77	59,03	16,38
Nudo 13	63,28	0,77	75,85	12,57	Nudo 130	49,54	0,88	73,14	23,6	Nudo 231	39,43	0,88	59,13	19,7
Nudo 14	55,42	1,32	75,3	19,88	Nudo 131	55,47	0,88	81,14	25,67	Nudo 232	44,79	0,66	59,01	14,22
Nudo 15	45,31	0,33	71,4	26,09	Nudo 132	52,8	0,99	80,23	27,43	Nudo 233	45,5	0,33	58,97	13,47
Nudo 16	48,09	0,33	71,48	23,39	Nudo 133	37,72	0,11	62,5	24,78	Nudo 234	44,93	0,66	58,98	14,05
Nudo 17	51,09	0,11	71,63	20,54	Nudo 134	57,87	0,55	81,23	23,36	Nudo 235	45,91	0,66	58,98	13,07
Nudo 18	60,87	0,88	75,17	14,3	Nudo 135	34,69	0,11	62,5	27,81	Nudo 236	37,71	0	59,86	22,15
Nudo 19	57,98	0,44	75,19	17,21	Nudo 136	56,08	0,88	77,3	21,22	Nudo Ax10	58,59	0	79,43	20,84
Nudo 20	58,83	0,11	76,68	17,85	Nudo 137	52,45	1,65	77,09	24,64	Nudo Ax6	47,56	0	57,66	10,1
Nudo 22	42,23	0,11	71,32	29,09	Nudo 138	57,87	0,33	77,59	19,72	Nudo Ax8	26,43	0	46,43	20
Nudo 23	46,11	0,55	71,4	25,29	Nudo 139	49,68	0,77	76,97	27,29	Nudo Ax7	47,56	0	62,56	15
Nudo 24	63,21	0,11	75,91	12,7	Nudo 141	18,65	0,44	46,43	27,78	Nudo Ax5	47,5	0	67,5	20
Nudo 25	57,24	0,33	75,17	17,93	Nudo 142	18,09	0,33	46,07	27,98	Nudo Ax4	49,78	0	69,78	20
Nudo 26	57,4	0,77	75,38	17,98	Nudo 143	48,59	0,99	73,15	24,56	Nudo Ax3	49,3	0	74,3	25
Nudo 27	56,87	0,88	74,81	17,94	Nudo 145	51,42	0,99	73,81	22,39	Nudo Ax2	50,41	0	70,41	20
Nudo 28	49,16	0,55	71,48	22,32	Nudo 146	56,19	0,77	80,62	24,43	Nudo Ax20	45,64	0	60,67	15,03

Estado de los Nudos de la Red (Escenario de proyecto)														
ID Nudo	Cota	Demanda	Altura	Presión	ID Nudo	Cota	Demanda	Altura	Presión	ID Nudo	Cota	Demanda	Altura	Presión
-	m	m^3/h	m	m	-	m	m^3/h	m	m	-	m	m^3/h	m	m
Nudo 29	52,37	0,55	71,71	19,34	Nudo 147	58,19	0,55	78,73	20,54	Nudo Ax21	40,69	0	59,49	18,8
Nudo 30	63,06	0,11	75,67	12,61	Nudo 148	54,37	0,66	77,76	23,39	Nudo Ax1	51,1	0	72,12	21,02
Nudo 31	58,52	0,22	76,16	17,64	Nudo 149	56,15	0,44	78,04	21,89	Nudo Ax9	55,47	0	81,14	25,67
Nudo 32	50,97	0,55	71,66	20,69	Nudo 150	58,66	0,22	74,55	15,89	Nudo Ax11	58,86	0	72,06	13,2
Nudo 33	59,85	0,22	76,33	16,48	Nudo 151	55,96	0,55	76,83	20,87	Nudo Ax12	57,24	0	71,56	14,32
Nudo 35	53,84	0,33	71,68	17,84	Nudo 152	52,66	0,77	76,4	23,74	Nudo Ax13	56,87	0	71,36	14,49
Nudo 36	56,5	0,77	75,25	18,75	Nudo 153	55,46	0,44	74,55	19,09	Nudo Ax14	56,77	0	70,9	14,13
Nudo 37	58,88	1,21	75,4	16,52	Nudo 154	46,12	1,43	69,5	23,38	Nudo Ax15	56,74	0	70,5	13,76
Nudo 38	62,85	0,33	75,55	12,7	Nudo 155	49,3	0,77	74,55	25,25	Nudo Ax16	56,28	0	70,08	13,8
Nudo 39	44,41	0,22	71,35	26,94	Nudo 156	43,27	0,99	63,01	19,74	Nudo Ax17	55,64	0	69,81	14,17
Nudo 40	54,95	1,21	74,97	20,02	Nudo 157	38,25	0,66	58,1	19,85	Nudo Ax18	56,52	0	69,41	12,89
Nudo 42	57,64	1,21	74,91	17,27	Nudo 158	17,71	0,77	46,07	28,36	Nudo Ax19	57,52	0	69,11	11,59
Nudo 43	54,31	1,21	72,3	17,99	Nudo 159	54,36	0,44	73,78	19,42	Nudo 34	53,84	0	74,89	21,05
Nudo 44	59,13	0,88	74,93	15,8	Nudo 160	30,59	0,33	53,53	22,94	Nudo 12	53,06	0,66	75,07	22,01
Nudo 46	60,34	0,11	72,84	12,5	Nudo 161	52,23	0,55	73,5	21,27	Nudo 189	51,36	0,44	75,38	24,02
Nudo 47	58,4	0,99	74,65	16,25	Nudo 162	51,21	1,32	72,99	21,78	Nudo 21	40,65	0	71,16	30,51
Nudo 48	60,71	0,44	74,59	13,88	Nudo 163	48,27	1,1	72,64	24,37	Nudo 3'	49,98	0,55	71,66	21,68
Nudo 49	56,77	0,44	72,84	16,07	Nudo 164	55,36	0,22	80,62	25,26	Nudo 73	54,27	0,22	73,87	19,6
Nudo 50	59,89	0,77	74,78	14,89	Nudo 165	19,8	0,66	46,09	26,29	Nudo 95	51,62	0,11	73,86	22,24
Nudo 51	44,82	0	71,38	26,56	Nudo 166	52,73	0,77	75,46	22,73	Nudo 90	53,55	0,22	73,85	20,3
Nudo 52	49,32	0,66	71,89	22,57	Nudo 167	52,37	0,77	74,44	22,07	Nudo 89	56,37	0,44	73,76	17,39
Nudo 53	55,69	1,32	72,47	16,78	Nudo 168	51,45	0,55	73,52	22,07	Nudo 70	56,31	0,22	73,78	17,47
Nudo 54	53,61	1,21	72,13	18,52	Nudo 169	53,07	0,55	75,46	22,39	Nudo 79	55,91	0,33	73,73	17,82
Nudo 55	62,63	0,66	74,6	11,97	Nudo 170	54,96	0,66	73,79	18,83	Nudo 72	56,56	0,11	73,41	16,85
Nudo 56	56,74	0,77	72,85	16,11	Nudo 171	54,08	0,77	75,73	21,65	Nudo 69	56,9	0,44	73,41	16,51
Nudo 57	58,66	1,1	73,41	14,75	Nudo 172	50,41	0,33	72,12	21,71	Nudo 61	62,63	0,44	73,41	10,78

Estado de los Nudos de la Red (Escenario de proyecto)														
ID Nudo	Cota	Demanda	Altura	Presión	ID Nudo	Cota	Demanda	Altura	Presión	ID Nudo	Cota	Demanda	Altura	Presión
-	m	m^3/h	m	m	-	m	m^3/h	m	m	-	m	m^3/h	m	m
Nudo 58	55,46	1,21	74,55	19,09	Nudo 173	55,27	0,22	74,58	19,31	Nudo 45	60,71	0,55	74,91	14,2
Nudo 59	52,7	0,88	74,72	22,02	Nudo 174	51,32	0,88	73,29	21,97	Nudo 188	48,94	0,22	75,38	26,44
Nudo 60	56,41	0,99	74,54	18,13	Nudo 175	52,18	1,32	70,93	18,75	Nudo 144	54,37	0,22	79,93	25,56
Nudo 62	61,28	0,99	74,47	13,19	Nudo 176	51,86	0,22	70,93	19,07	Nudo 140	55,31	0,22	77,76	22,45
Nudo 63	44,35	0,99	71,42	27,07	Nudo 177	47,15	0,77	62,97	15,82	Nudo 110	53,44	0,66	73,73	20,29
Nudo 64	48,19	0,44	71,57	23,38	Nudo 178	16,03	0,22	43,75	27,72	Nudo 108	51,07	0,66	71,51	20,44
Nudo 65	48,48	0,11	71,56	23,08	Nudo 179	51,1	0,22	72,12	21,02	Nudo 109	51,07	0,55	71,73	20,66
Nudo 66	55,41	1,1	72,75	17,34	Nudo 180	31,58	0	60,76	29,18	Nudo 84	51	0,44	73	22
Nudo 67	52,66	0,77	72,29	19,63	Nudo 181	34,17	0	61,53	27,36	Nudo 83	51	0,33	72,28	21,28
Nudo 68	52,33	1,21	74,36	22,03	Nudo 182	41,87	6,18	62,29	20,42	Nudo 81	47,73	0,44	72,28	24,55
Nudo 71	54,27	0,55	74,35	20,08	Nudo 183	39,27	0	61,98	22,71	Nudo 74	48,48	0,66	72,28	23,8
Nudo 75	49,65	0,99	74,6	24,95	Nudo 184	46,86	0	68,26	21,4	Nudo 41	56,77	0,44	73,51	16,74
Nudo 76	55,71	0,66	73,89	18,18	Nudo 185	43,93	0	64,82	20,89	Nudo 1	51,44	0,11	75,4	23,96
Nudo 77	56,9	0,33	73,47	16,57	Nudo 186	50,22	0,33	67,79	17,57	Nudo 9	47,08	0	60,47	13,39
Nudo 78	56,56	0,11	73,74	17,18	Nudo 187	53,54	0,55	67,79	14,25	Nudo 4'	40,25	0	70,56	30,31
Nudo 80	56,28	0,66	73,26	16,98	Nudo 190	53,34	0,44	67,79	14,45	Nudo 5'	39,34	0	69,27	29,93
Nudo 82	43,92	1,1	71,42	27,5	Nudo 191	49,49	0,66	67,79	18,3	Nudo 6'	38,5	0	67,71	29,21
Nudo 85	56,59	0,33	73,76	17,17	Nudo 192	48,94	0,88	67,79	18,85	Nudo 7'	39,3	0	66,31	27,01
Nudo 86	47,73	1,32	71,55	23,82	Nudo 193	15,93	18,24	39,26	23,33	Nudo 8'	43,92	0	65,09	21,17
Nudo 87	53,66	0,99	73	19,34	Nudo 194	53,29	0,22	75,37	22,08	Nudo 9'	45,04	0,44	59,24	14,2
Nudo 88	51	0,33	71,52	20,52	Nudo 195	53,44	0,11	75,37	21,93	Nudo Ax25	45,04	0	64,63	19,59
Nudo 91	55,03	0,55	72,99	17,96	Nudo 196	51,36	0,22	67,79	16,43	Nudo Ax26	46,48	0	63,94	17,46
Nudo 92	55,64	0,44	74,16	18,52	Nudo 197	15,67	0,11	39,26	23,59	Nudo 13'	47,28	0,66	59,24	11,96
Nudo 93	56,06	0,55	74,29	18,23	Nudo 198	46,63	0,33	69,15	22,52	Nudo Ax27	46,25	0	63,3	17,05
Nudo 94	51,62	2,09	76,62	25	Nudo 199	51,03	0,66	67,82	16,79	Nudo Ax28	46,63	0	62,77	16,14
Nudo 96	49,3	1,27	75,54	26,24	Nudo 200	46,85	0,88	67,8	20,95	Nudo Ax29	47,13	0	62,26	15,13

Estado de los Nudos de la Red (Escenario de proyecto)														
ID Nudo	Cota	Demanda	Altura	Presión	ID Nudo	Cota	Demanda	Altura	Presión	ID Nudo	Cota	Demanda	Altura	Presión
-	m	m^3/h	m	m	-	m	m^3/h	m	m	-	m	m^3/h	m	m
Nudo 97	48,37	1,21	74,59	26,22	Nudo 201	45,24	0,88	67,79	22,55	Nudo Ax30	47,13	0	62,14	15,01
Nudo 98	47,56	0	73,97	26,41	Nudo 202	47,41	0,22	67,79	20,38	Nudo 14'	48,34	1,1	59,24	10,9
Nudo 99	56,37	0	76,87	20,5	Nudo 203	44,58	1,61	68,43	23,85	Nudo 10'	46,75	0,44	59,24	12,49
Nudo 100	47,5	0,22	74,1	26,6	Nudo 204	44,58	0,44	68,48	23,9	Nudo 11'	48,47	0,66	59,26	10,79
Nudo 101	53,55	0,44	76,79	23,24	Nudo 205	44,59	0,66	67,93	23,34	Nudo 12'	47,05	0,33	59,27	12,22
Nudo 102	32,12	9,12	55,93	23,81	Nudo 206	43,53	0,66	67,81	24,28	Nudo 1'	53,28	1,1	71,98	18,7
Nudo 103	44,66	0	56,26	11,6	Nudo 207	42,36	0,55	67,79	25,43	Nudo 2'	50,57	0,66	71,91	21,34
Nudo 104	44,18	0,33	71,42	27,24	Nudo 208	41,69	0,22	67,79	26,1	Nudo Ax34	45,64	0	61,35	15,71
Nudo 105	52,31	0,66	71,7	19,39	Nudo 209	47,65	0,99	59,3	11,65	Nudo ax23	57,87	0	77,87	20
Nudo 106	47,48	0,99	71,73	24,25	Nudo 210	47,24	0,33	59,33	12,09	Nudo Ax24	40,65	0	71,16	30,51
Nudo 107	45,38	0,33	67,5	22,12	Nudo 211	49,12	1,32	59,28	10,16	Nudo Ax31	46,47	0	61,96	15,49
Nudo 111	51,07	0,22	80,47	29,4	Nudo 212	47,34	0,66	59,38	12,04	Nudo Ax32	46,29	0	61,76	15,47
Nudo 112	53,44	0,88	80,77	27,33	Nudo 213	47,13	0,99	59,8	12,67	Nudo Ax33	46,21	0	61,53	15,32
Nudo 113	56,91	0,55	74,47	17,56	Nudo 214	45,71	0,99	59,53	13,82	Embalse Pozo.Norte.Loteos	-10	0	-10	0
Nudo 114	56,52	0,88	74,71	18,19	Nudo 215	46,7	1,1	59,4	12,7	Embalse Pozo.Este.Loteos	-11	0	-11	0
Nudo 115	54,74	0,44	76,94	22,2	Nudo 216	44,31	0,66	59,24	14,93	Depósito Tanque.Principal	80	-28,85	82	2
Nudo 116	49,78	0	76,79	27,01	Nudo 217	45,59	0,66	59,96	14,37	Depósito T.Este.Loteos	59,5	-5,84	61,25	1,75

Estado de los Nudos de la Red (Escenario de proyecto)														
ID Nudo	Cota	Demanda	Altura	Presión	ID Nudo	Cota	Demanda	Altura	Presión	ID Nudo	Cota	Demanda	Altura	Presión
-	m	m^3/h	m	m	-	m	m^3/h	m	m	-	m	m^3/h	m	m
Nudo 117	48,95	0,55	69,75	20,8	Nudo 218	46,47	0,99	59,37	12,9	Depósito T.Norte.Loteos	60,23	-11,53	62,11	1,88
Nudo 118	52,09	1,21	76,85	24,76	Nudo 219	42,31	0,66	59,18	16,87	Depósito Cist.Planta	63	-190,63	65,53	2,53
Nudo 119	50,47	0,99	76,79	26,32	Nudo 220	45,7	0,99	59,55	13,85	Depósito T.Planta	75	116,86	77,19	2,19
Nudo 120	45,58	0,22	69,74	24,16	Nudo 221	44,57	1,1	59,2	14,63	Depósito Cisterna.Tanque.-Principal	65	21,77	68,98	3,98
										Depósito Cist.Planta2	63	-80,51	64,77	1,77

Planilla N°12: Estado de las tuberías de la red – Escenario de proyecto

Estado de las Líneas de la Red (Escenario de proyecto)																		
	L	D	Rug.	Q	V	Perd. Unit.	F. Fricción	$D_{recom.}$		L	D	Rug.	Q	V	Perd. Unit.	F. Fricción	$D_{recom.}$
ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km		mm	ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km		mm
Tubería 1	57,73	63	0,0015	0,11	0,01	0,01	0,107	60,00	Tubería 190	56,55	50	0,0015	0,55	0,08	0,26	0,042	60,00
Tubería 2	109,21	63	0,0015	18,35	1,64	41,12	0,019	100,00	Tubería 191	61,91	63	0,0015	-5,12	0,46	4,11	0,024	60,00
Tubería 3	56,71	63	0,0015	18,57	1,65	41,19	0,019	100,00	Tubería 192	65,34	50	0,0015	-5,44	0,77	13,69	0,023	60,00
Tubería 4	58,67	63	0,0015	1,1	0,1	0,29	0,038	60,00	Tubería 193	108,82	63	0,0015	-5,49	0,49	4,73	0,024	60,00
Tubería 5	63,07	63	0,0015	0,33	0,03	0,03	0,036	60,00	Tubería 194	94,84	63	0,0015	-4,24	0,38	2,93	0,025	60,00
Tubería 6	157,17	63	0,0015	20,33	1,81	47,38	0,018	100 o 150	Tubería 195	109,71	63	0,0015	-4,58	0,41	3,43	0,025	60,00
Tubería 7	92,77	63	0,0015	20,66	1,84	49,23	0,018	100 o 150	Tubería 196	107,06	50	0,0015	-2,67	0,38	3,89	0,027	60,00
Tubería 8	94,31	63	0,0015	21,32	1,9	52,09	0,018	100 o 150	Tubería 197	104,66	63	0,0015	4,5	0,4	3,24	0,025	60,00
Tubería 9	89,72	50	0,0015	0,77	0,11	0,46	0,038	60,00	Tubería 198	106,3	63	0,0015	-5,26	0,47	4,27	0,024	60,00
Tubería 10	52,67	50	0,0015	0,22	0,03	0,04	0,043	60,00	Tubería 199	95,64	63	0,0015	-3,06	0,27	1,7	0,028	60,00
Tubería 11	108,26	63	0,0015	23,08	2,06	59,94	0,018	100 o 150	Tubería 200	115,32	63	0,0015	3,52	0,31	2,11	0,026	60,00
Tubería 12	94,99	50	0,0015	5,66	0,8	15,01	0,023	60 o 75	Tubería 201	126,12	63	0,0015	3,9	0,35	2,51	0,026	60,00

Estado de las Líneas de la Red (Escenario de proyecto)																	
	L	D	Rug.	Q	V	Perd. Unit.	F. Fricción	$D_{recom.}$		L	D	Rug.	Q	V	Perd. Unit.	F. Fricción	$D_{recom.}$
ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km		mm	ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km		mm
Tubería 13	111,2	63	0,0015	18,85	1,68	43,14	0,019	100,00	Tubería 202	149,88	63	0,0015	2,33	0,21	1,04	0,03	60,00
Tubería 14	105,54	50	0,0015	7,2	1,02	22,37	0,021	60 o 75	Tubería 203	29,37	63	0,0015	-1,12	0,1	0,3	0,037	60,00
Tubería 15	78,91	50	0,0015	0,44	0,06	0,14	0,035	60,00	Tubería 204	65,82	63	0,0015	-1,01	0,09	0,25	0,037	60,00
Tubería 16	97,53	50	0,0015	5,29	0,75	12,97	0,023	60 o 75	Tubería 205	113,89	63	0,0015	0,66	0,06	0,11	0,04	60,00
Tubería 17	120,72	50	0,0015	2,78	0,39	4,17	0,026	60,00	Tubería 206	58,39	63	0,0015	0,77	0,07	0,16	0,042	60,00
Tubería 18	105,43	50	0,0015	3,88	0,55	7,5	0,024	60,00	Tubería 210	66,26	63	0,0015	-2,97	0,26	1,58	0,028	60,00
Tubería 19	101,18	50	0,0015	-0,11	0,02	0,02	0,084	60,00	Tubería 211	126,39	63	0,0015	3,52	0,31	2,15	0,027	60,00
Tubería 20	105,36	50	0,0015	0,33	0,05	0,07	0,03	60,00	Tubería 212	68,38	63	0,0015	3,85	0,34	2,48	0,026	60,00
Tubería 22	118,84	50	0,0015	0,99	0,14	0,7	0,035	60,00	Tubería 213	131,99	63	0,0015	5,11	0,46	4,14	0,025	60 o 75
Tubería 23	99,58	75	0,0015	0,21	0,01	0,01	0,068	60,00	Tubería 214	61,14	63	0,0015	9,73	0,87	13,62	0,022	75 o 100
Tubería 24	15,67	75	0,0015	0,12	0,01	0,01	0,126	60,00	Tubería 215	27,03	110	0,0015	-27,43	0,8	6,24	0,021	60,00
Tubería 25	12,72	75	0,0015	0,76	0,05	0,07	0,042	60,00	Tubería 216	103,76	63	0,0015	9,8	0,87	13,33	0,022	75 o 100
Tubería 26	91,2	75	0,0015	0,54	0,03	0,02	0,03	60,00	Tubería 217	93,35	63	0,0015	6,44	0,57	6,33	0,024	60 o 75

Estado de las Líneas de la Red (Escenario de proyecto)																	
	L	D	Rug.	Q	V	Perd. Unit.	F. Fricción	$D_{recom.}$		L	D	Rug.	Q	V	Perd. Unit.	F. Fricción	$D_{recom.}$
ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km		mm	ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km		mm
Tubería 27	95,99	75	0,0015	1,65	0,1	0,25	0,034	60,00	Tubería 218	103,6	63	0,0015	-9,08	0,81	11,62	0,022	60,00
Tubería 28	124,65	75	0,0015	0,32	0,02	0,01	0,044	60,00	Tubería 219	103,12	63	0,0015	9,52	0,85	12,65	0,022	75 o 100
Tubería 29	119,57	75	0,0015	0,56	0,04	0,03	0,031	60,00	Tubería 220	72,11	63	0,0015	0,11	0,01	0,01	0,107	60,00
Tubería 30	116,27	75	0,0015	1,26	0,08	0,16	0,037	60,00	Tubería 221	103,09	63	0,0015	-0,55	0,05	0,07	0,034	60,00
Tubería 31	118,74	75	0,0015	3,57	0,22	0,94	0,028	60,00	Tubería 222	102,66	50	0,0015	3,22	0,46	5,52	0,026	60,00
Tubería 32	113,62	75	0,0015	3,58	0,22	0,97	0,028	60,00	Tubería 224	92,32	63	0,0015	0,5	0,04	0,05	0,032	60,00
Tubería 33	84,68	75	0,0015	0,22	0,01	0,01	0,05	60,00	Tubería 225	91,87	63	0,0015	-0,05	0	0	0,311	60,00
Tubería 34	96,26	75	0,0015	0,9	0,06	0,09	0,041	60,00	Tubería 226	106,8	63	0,0015	0,49	0,04	0,05	0,03	60,00
Tubería 35	114,1	75	0,0015	1,33	0,08	0,18	0,037	60,00	Tubería 227	94,9	50	0,0015	5,31	0,75	13,05	0,023	60 o 75
Tubería 36	143,22	75	0,0015	7,81	0,49	3,83	0,023	60 o 75	Tubería 228	106,07	63	0,0015	2,52	0,22	1,21	0,029	60,00
Tubería 37	172,88	75	0,0015	1,61	0,1	0,24	0,034	60,00	Tubería 229	90,68	63	0,0015	3,33	0,3	1,92	0,027	60,00
Tubería 38	119,41	75	0,0015	9,86	0,62	5,66	0,022	75 o 100	Tubería 230	104,66	63	0,0015	3,18	0,28	1,76	0,027	60,00
Tubería 39	207,28	75	0,0015	10,19	0,64	6,07	0,022	75 o 100	Tubería 231	92,32	63	0,0015	2,74	0,24	1,4	0,029	60,00

Estado de las Líneas de la Red (Escenario de proyecto)																	
	L	D	Rug.	Q	V	Perd. Unit.	F. Fricción	$D_{recom.}$		L	D	Rug.	Q	V	Perd. Unit.	F. Fricción	$D_{recom.}$
ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km		mm	ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km		mm
Tubería 40	119,82	75	0,0015	1,58	0,1	0,23	0,034	60,00	Tubería 232	102,82	63	0,0015	1,94	0,17	0,75	0,031	60,00
Tubería 41	125,73	75	0,0015	0,81	0,05	0,07	0,041	60,00	Tubería 233	138,6	50	0,0015	1,4	0,2	1,26	0,031	60,00
Tubería 42	129,96	75	0,0015	0,37	0,02	0,02	0,043	60,00	Tubería 234	105,25	50	0,0015	0,19	0,03	0,04	0,048	60,00
Tubería 43	133,74	75	0,0015	0,32	0,02	0,01	0,037	60,00	Tubería 235	48,2	63	0,0015	7,13	0,64	7,45	0,023	60 o 75
Tubería 44	84,82	63	0,0015	0,44	0,04	0,04	0,029	60,00	Tubería 236	111,27	63	0,0015	0,88	0,08	0,2	0,039	60,00
Tubería 45	124,02	63	0,0015	0,99	0,09	0,23	0,037	60,00	Tubería 238	134,15	75	0,0015	-2,18	0,14	0,41	0,032	60,00
Tubería 46	23,92	63	0,0015	9,12	0,81	13,67	0,026	60 o 75	Tubería 240	87,67	63	0,0015	-2,83	0,25	1,48	0,029	60,00
Tubería 47	103,11	63	0,0015	10,11	0,9	13,62	0,021	75 o 100	Tubería 242	42,93	63	0,0015	0,33	0,03	0,03	0,038	60,00
Tubería 48	35,35	50	0,0015	0,11	0,02	0,02	0,085	60,00	Tubería 243	53,53	63	0,0015	0,55	0,05	0,07	0,034	60,00
Tubería 49	37,98	50	0,0015	0,22	0,03	0,04	0,043	60,00	Tubería 244	82,67	63	0,0015	1,87	0,17	0,72	0,032	60,00
Tubería 50	45,04	50	0,0015	0,44	0,06	0,14	0,034	60,00	Tubería 245	59,68	75	0,0015	8,39	0,53	4,6	0,024	60 o 75
Tubería 51	121,87	50	0,0015	0,77	0,11	0,46	0,038	60,00	Tubería 246	137,63	110	0,0015	11,03	0,32	1,11	0,023	75 o 100
Tubería 52	81,17	75	0,0015	0,22	0,01	0,01	0,063	60,00	Tubería 247	138,63	50	0,0015	0,76	0,11	0,44	0,038	60,00

Estado de las Líneas de la Red (Escenario de proyecto)																	
	L	D	Rug.	Q	V	Perd. Unit.	F. Fricción	$D_{recom.}$		L	D	Rug.	Q	V	Perd. Unit.	F. Fricción	$D_{recom.}$
ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km		mm	ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km		mm
Tubería 53	78,07	75	0,0015	0,55	0,03	0,03	0,031	60,00	Tubería 248	107,41	110	0,0015	12,24	0,36	1,42	0,024	75 o 100
Tubería 54	18,57	75	0,0015	10,88	0,68	7,39	0,023	75 o 100	Tubería 249	105,26	50	0,0015	-0,45	0,06	0,15	0,036	60,00
Tubería 55	58,35	75	0,0015	11,65	0,73	8,32	0,023	75 o 100	Tubería 250	60,68	50	0,0015	4,62	0,65	10,29	0,024	60,00
Tubería 56	124,37	75	0,0015	11,47	0,72	7,66	0,022	75 o 100	Tubería 251	37,1	110	0,0015	17,19	0,5	3,02	0,026	100,00
Tubería 57	121,32	75	0,0015	12,74	0,8	8,93	0,02	75 o 100	Tubería 252	95,91	110	0,0015	17,3	0,51	2,5	0,021	100,00
Tubería 58	75,94	75	0,0015	1,39	0,09	0,19	0,036	60,00	Tubería 253	101,81	110	0,0015	17,41	0,51	2,52	0,021	100,00
Tubería 59	96,53	75	0,0015	4,14	0,26	1,22	0,027	60,00	Tubería 254	26,01	110	0,0015	36,83	1,08	13,43	0,025	150 o 200
Tubería 60	95,06	75	0,0015	6,42	0,4	2,65	0,024	60 o 75	Tubería 255	79,11	63	0,0015	9,17	0,82	12,03	0,022	75 o 100
Tubería 62	97	63	0,0015	13,49	1,2	23,76	0,02	75 o 100	Tubería 256	99,59	50	0,0015	3,78	0,53	7,31	0,025	60,00
Tubería 63	106,15	75	0,0015	-13,24	0,83	9,59	0,02	60,00	Tubería 257	95,14	50	0,0015	2,74	0,39	4,06	0,027	60,00
Tubería 64	106,52	75	0,0015	12,47	0,78	8,62	0,021	75 o 100	Tubería 258	86,43	50	0,0015	0,55	0,08	0,26	0,042	60,00
Tubería 65	83,85	75	0,0015	0,33	0,02	0,01	0,042	60,00	Tubería 259	130,13	50	0,0015	1,76	0,25	1,9	0,03	60,00
Tubería 66	92,94	75	0,0015	-0,69	0,04	0,05	0,036	60,00	Tubería 260	105,27	63	0,0015	0,55	0,05	0,07	0,034	60,00

Estado de las Líneas de la Red (Escenario de proyecto)																	
	L	D	Rug.	Q	V	Perd. Unit.	F. Fricción	$D_{recom.}$		L	D	Rug.	Q	V	Perd. Unit.	F. Fricción	$D_{recom.}$
ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km		mm	ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km		mm
Tubería 67	105,63	75	0,0015	2,03	0,13	0,36	0,032	60,00	Tubería 261	65,41	50	0,0015	3,95	0,56	7,79	0,024	60,00
Tubería 68	68,58	75	0,0015	2,03	0,13	0,36	0,032	60,00	Tubería 262	95,54	50	0,0015	-0,48	0,07	0,18	0,038	60,00
Tubería 69	99,28	75	0,0015	-1,81	0,11	0,29	0,033	60,00	Tubería 263	140,33	50	0,0015	0,4	0,06	0,1	0,031	60,00
Tubería 71	109,58	75	0,0015	1,82	0,11	0,3	0,034	60,00	Tubería 264	97,8	50	0,0015	-5,62	0,79	14,42	0,022	60,00
Tubería 72	107,76	75	0,0015	2,93	0,18	0,67	0,029	60,00	Tubería 265	98,15	50	0,0015	0,66	0,09	0,35	0,039	60,00
Tubería 73	58,5	75	0,0015	-0,28	0,02	0,01	0,053	60,00	Tubería 266	105,95	50	0,0015	2,06	0,29	2,52	0,029	60,00
Tubería 74	58,51	75	0,0015	-0,61	0,04	0,03	0,033	60,00	Tubería 267	108,73	50	0,0015	-0,3	0,04	0,06	0,031	60,00
Tubería 75	106,75	75	0,0015	2,15	0,14	0,39	0,031	60,00	Tubería 268	93,55	50	0,0015	0,66	0,09	0,35	0,04	60,00
Tubería 76	103	75	0,0015	-3,31	0,21	0,83	0,028	60,00	Tubería 269	88,79	50	0,0015	0,22	0,03	0,04	0,043	60,00
Tubería 77	66,38	75	0,0015	0,04	0	0	0,446	60,00	Tubería 270	69,18	50	0,0015	2,36	0,33	3,24	0,029	60,00
Tubería 78	57,98	75	0,0015	0,37	0,02	0,01	0,039	60,00	Tubería 271	104,72	160	0,0015	49,2	0,68	2,74	0,019	150 o 200
Tubería 79	114,14	75	0,0015	3,2	0,2	0,78	0,028	60,00	Tubería 272	93,01	50	0,0015	2,61	0,37	3,82	0,028	60,00
Tubería 80	111,05	75	0,0015	3,71	0,23	1,01	0,027	60,00	Tubería 273	99,04	63	0,0015	-13,71	1,22	24,43	0,02	60,00

Estado de las Líneas de la Red (Escenario de proyecto)																	
	L	D	Rug.	Q	V	Perd. Unit.	F. Fricción	$D_{recom.}$		L	D	Rug.	Q	V	Perd. Unit.	F. Fricción	$D_{recom.}$
ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km		mm	ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km		mm
Tubería 81	70,41	75	0,0015	2,52	0,16	0,52	0,03	60,00	Tubería 274	105,57	160	0,0015	29,49	0,41	1,09	0,021	150,00
Tubería 82	54,63	75	0,0015	2,63	0,17	0,59	0,032	60,00	Tubería 275	51,58	110	0,0015	15,02	0,44	2	0,022	100,00
Tubería 83	46,17	75	0,0015	0,2	0,01	0,01	0,07	60,00	Tubería 276	96,79	50	0,0015	2,05	0,29	2,44	0,029	60,00
Tubería 84	54,54	75	0,0015	3,37	0,21	0,87	0,028	60,00	Tubería 277	44,78	110	0,0015	14,25	0,42	1,83	0,023	75 o 100
Tubería 85	110,65	75	0,0015	1,74	0,11	0,28	0,034	60,00	Tubería 278	68,66	50	0,0015	-0,22	0,03	0,04	0,043	60,00
Tubería 87	58,23	75	0,0015	2,51	0,16	0,52	0,031	60,00	Tubería 279	75,03	50	0,0015	0,44	0,06	0,13	0,034	60,00
Tubería 88	109,72	50	0,0015	-0,49	0,07	0,18	0,037	60,00	Tubería 280	47,58	50	0,0015	0,99	0,14	0,73	0,036	60,00
Tubería 89	110,17	50	0,0015	-0,52	0,07	0,22	0,04	60,00	Tubería 281	98,94	110	0,0015	13,26	0,39	1,65	0,024	75 o 100
Tubería 90	97,03	50	0,0015	3,2	0,45	5,35	0,026	60,00	Tubería 282	104,78	50	0,0015	1,58	0,22	1,55	0,031	60,00
Tubería 91	96,76	50	0,0015	4,49	0,64	9,71	0,024	60,00	Tubería 283	105,69	50	0,0015	1,05	0,15	0,77	0,034	60,00
Tubería 92	99,15	50	0,0015	1,99	0,28	2,33	0,029	60,00	Tubería 284	95,27	50	0,0015	0,96	0,14	0,68	0,036	60,00
Tubería 93	106,11	50	0,0015	1,51	0,21	1,46	0,032	60,00	Tubería 285	96,14	50	0,0015	1,05	0,15	0,79	0,035	60,00
Tubería 94	95,58	50	0,0015	0,85	0,12	0,54	0,037	60,00	Tubería 286	106,62	50	0,0015	1,12	0,16	0,87	0,034	60,00

Estado de las Líneas de la Red (Escenario de proyecto)																		
	L	D	Rug.	Q	V	Perd. Unit.	F. Fricción	$D_{recom.}$		L	D	Rug.	Q	V	Perd. Unit.	F. Fricción	$D_{recom.}$
ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km		mm	ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km		mm
Tubería 95	82,77	50	0,0015	1,8	0,25	1,96	0,03	60,00	Tubería 287	92,17	50	0,0015	0,99	0,14	0,7	0,035	60,00
Tubería 96	88,67	50	0,0015	2,9	0,41	4,5	0,026	60,00	Tubería 288	13,83	160	0,0015	-114,69	1,58	28,64	0,036	60,00
Tubería 97	97,68	50	0,0015	0,92	0,13	0,61	0,036	60,00	Tubería 289	12,52	50	0,0015	3,53	0,5	8,07	0,032	60,00
Tubería 98	80,86	50	0,0015	-0,61	0,09	0,31	0,041	60,00	Tubería 290	16,3	50	0,0015	14,46	2,05	100,43	0,024	100,00
Tubería 99	93,46	50	0,0015	-1,71	0,24	1,78	0,03	60,00	Tubería 292	23,71	110	0,0015	46,66	1,36	21,51	0,025	150 o 200
Tubería 100	97,75	50	0,0015	2,87	0,41	4,4	0,026	60,00	Tubería 122	126,07	50	0,0015	2,25	0,32	2,92	0,028	60,00
Tubería 101	107,18	50	0,0015	-1,63	0,23	1,65	0,03	60,00	Tubería 293	126,05	50	0,0015	2,25	0,32	2,87	0,028	60,00
Tubería 102	109,95	50	0,0015	-2,62	0,37	3,76	0,027	60,00	Tubería 294	16,01	110	0,0015	163,53	4,78	140,15	0,013	250 o 300
Tubería 103	98,71	50	0,0015	1,8	0,26	1,96	0,03	60,00	Tubería 319	103,92	75	0,0015	0,38	0,02	0,01	0,037	60,00
Tubería 104	101,62	50	0,0015	-3,28	0,46	5,71	0,026	60,00	Tubería 321	96,2	75	0,0015	0,41	0,03	0,02	0,034	60,00
Tubería 105	100,11	50	0,0015	0,87	0,12	0,55	0,036	60,00	Tubería 61	60,43	63	0,0015	4,63	0,41	3,44	0,025	60,00
Tubería 106	86,53	50	0,0015	0,18	0,03	0,03	0,051	60,00	Tubería 70	112,62	200	0,0015	107,61	0,95	4,38	0,019	250,00
Tubería 107	89,65	50	0,0015	-0,92	0,13	0,62	0,036	60,00	Tubería 161	48,2	200	0,0015	107,61	0,95	4,22	0,018	250,00

Estado de las Líneas de la Red (Escenario de proyecto)																	
	L	D	Rug.	Q	V	Perd. Unit.	F. Fricción	$D_{recom.}$		L	D	Rug.	Q	V	Perd. Unit.	F. Fricción	$D_{recom.}$
ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km		mm	ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km		mm
Tubería 108	106,2	50	0,0015	-1,78	0,25	1,91	0,03	60,00	Tubería 163	103,12	200	0,0015	107,61	0,95	4,45	0,019	250,00
Tubería 109	82,62	50	0,0015	-5,75	0,81	15,56	0,023	60,00	Tubería 166	103,09	200	0,0015	107,61	0,95	3,92	0,017	250,00
Tubería 110	95,31	50	0,0015	1,56	0,22	1,52	0,031	60,00	Tubería 172	107,06	200	0,0015	107,61	0,95	3,91	0,017	250,00
Tubería 111	95,14	50	0,0015	2,54	0,36	3,65	0,028	60,00	Tubería 187	65,34	200	0,0015	107,61	0,95	4,07	0,018	250,00
Tubería 112	131,93	50	0,0015	0,08	0,01	0,01	0,1	60,00	Tubería 207	104,02	200	0,0015	107,61	0,95	3,91	0,017	250,00
Tubería 113	88,24	50	0,0015	1,29	0,18	1,12	0,033	60,00	Tubería 209	72,93	200	0,0015	107,61	0,95	4,03	0,017	250,00
Tubería 114	88,21	50	0,0015	0,52	0,07	0,22	0,04	60,00	Tubería 223	13,83	200	0,0015	107,61	0,95	9,65	0,042	250,00
Tubería 115	38,34	50	0,0015	-0,92	0,13	0,62	0,036	60,00	Tubería 237	90,74	63	0,0015	3,93	0,35	2,56	0,026	60,00
Tubería 116	106,36	50	0,0015	-0,02	0	0	0,777	60,00	Tubería 239	39,91	63	0,0015	-3,27	0,29	1,89	0,028	60,00
Tubería 117	101,87	50	0,0015	0,33	0,05	0,07	0,03	60,00	Tubería 241	95,16	63	0,0015	3,27	0,29	1,91	0,028	60,00
Tubería 118	55,84	50	0,0015	0,77	0,11	0,46	0,038	60,00	Tubería 327	58,87	75	0,0015	6,45	0,41	2,71	0,024	60 o 75
Tubería 119	108,54	50	0,0015	0,11	0,02	0,02	0,083	60,00	Tubería 353	106	63	0,0015	-3	0,27	1,57	0,027	60,00
Tubería 120	92,76	50	0,0015	-0,88	0,12	0,56	0,036	60,00	Tubería 355	64,31	63	0,0015	4,11	0,37	2,79	0,026	60,00

Estado de las Líneas de la Red (Escenario de proyecto)																	
	L	D	Rug.	Q	V	Perd. Unit.	F. Fricción	$D_{recom.}$		L	D	Rug.	Q	V	Perd. Unit.	F. Fricción	$D_{recom.}$
ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km		mm	ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km		mm
Tubería 121	99,54	50	0,0015	0,33	0,05	0,07	0,03	60,00	Tubería 123	317,26	50	0,0015	2,25	0,32	2,86	0,028	60,00
Tubería 124	270,29	50	0,0015	2,25	0,32	2,86	0,028	60,00	Tubería 320	86,76	75	0,0015	0,1	0,01	0	0,07	60,00
Tubería 125	156,17	50	0,0015	2,25	0,32	2,87	0,028	60,00	Tubería 291	104,78	63	0,0015	-0,61	0,05	0,09	0,038	60,00
Tubería 126	107,34	50	0,0015	2,25	0,32	2,87	0,028	60,00	Tubería 295	105,69	63	0,0015	-2,11	0,19	0,86	0,03	60,00
Tubería 127	84,89	50	0,0015	8,43	1,19	29,77	0,021	60 o 75	Tubería 296	27,65	63	0,0015	2,82	0,25	1,48	0,029	60,00
Tubería 128	116,2	50	0,0015	8,43	1,19	29,63	0,02	60 o 75	Tubería 297	68,57	50	0,0015	0,33	0,05	0,07	0,03	60,00
Tubería 129	130,31	50	0,0015	8,43	1,19	29,59	0,02	60 o 75	Tubería 298	115,21	63	0,0015	0,06	0,01	0	0,154	60,00
Tubería 130	52,42	63	0,0015	0,15	0,01	0,01	0,076	60,00	Tubería 299	57,85	50	0,0015	0,22	0,03	0,04	0,044	60,00
Tubería 131	93,57	63	0,0015	10,67	0,95	15,01	0,021	75 o 100	Tubería 300	73,09	63	0,0015	0,22	0,02	0,02	0,053	60,00
Tubería 132	52,25	63	0,0015	1,26	0,11	0,36	0,035	60,00	Tubería 301	117,57	63	0,0015	0,44	0,04	0,04	0,03	60,00
Tubería 133	69,72	63	0,0015	6,97	0,62	7,42	0,024	60 o 75	Tubería 304	108,95	63	0,0015	0,11	0,01	0,01	0,107	60,00
Tubería 134	71,62	63	0,0015	5,65	0,5	4,87	0,024	60 o 75	Tubería 302	15,5	50	0,0015	-9,96	1,41	43,35	0,021	60,00
Tubería 135	51,19	63	0,0015	8,5	0,76	10,17	0,022	60 o 75	Tubería 303	15,43	50	0,0015	3,61	0,51	8,08	0,03	60,00

Estado de las Líneas de la Red (Escenario de proyecto)																	
	L	D	Rug.	Q	V	Perd. Unit.	F. Fricción	$D_{recom.}$		L	D	Rug.	Q	V	Perd. Unit.	F. Fricción	$D_{recom.}$
ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km		mm	ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km		mm
Tubería 136	51,31	63	0,0015	6,26	0,56	5,9	0,023	60 o 75	Tubería 306	98,04	63	0,0015	6,45	0,57	6,12	0,023	60 o 75
Tubería 137	143,81	63	0,0015	5,42	0,48	4,59	0,024	60 o 75	Tubería 307	213,18	63	0,0015	6,45	0,57	6,07	0,023	60 o 75
Tubería 138	95,91	63	0,0015	6,9	0,61	6,9	0,023	60 o 75	Tubería 308	258,25	63	0,0015	6,45	0,57	6,06	0,023	60 o 75
Tubería 139	110,57	63	0,0015	19,58	1,74	44,5	0,018	100 o 150	Tubería 309	230,76	63	0,0015	6,45	0,57	6,07	0,023	60 o 75
Tubería 140	97,79	63	0,0015	10,8	0,96	15,35	0,02	75 o 100	Tubería 310	199,5	63	0,0015	6,45	0,57	6,07	0,023	60 o 75
Tubería 141	101,81	63	0,0015	9,32	0,83	11,78	0,021	75 o 100	Tubería 311	75	63	0,0015	6,45	0,57	6,16	0,023	60 o 75
Tubería 142	95,54	63	0,0015	9,54	0,85	12,76	0,022	75 o 100	Tubería 312	109,37	63	0,0015	6,45	0,57	6,3	0,024	60 o 75
Tubería 143	104,89	63	0,0015	7,89	0,7	8,75	0,022	60 o 75	Tubería 313	104,9	63	0,0015	6,45	0,57	6,12	0,023	60 o 75
Tubería 144	72,18	63	0,0015	0,22	0,02	0,02	0,053	60,00	Tubería 314	83,58	63	0,0015	6,45	0,57	6,38	0,024	60 o 75
Tubería 145	108,11	63	0,0015	14,37	1,28	26,46	0,02	100,00	Tubería 315	82,92	63	0,0015	6,45	0,57	6,14	0,023	60 o 75
Tubería 146	106,78	50	0,0015	4,76	0,67	10,75	0,023	60,00	Tubería 316	15	63	0,0015	6,45	0,57	8,04	0,03	60 o 75
Tubería 147	93,77	50	0,0015	7,59	1,07	24,68	0,021	60 o 75	Tubería 318	86,36	63	0,0015	-0,48	0,04	0,04	0,03	60,00
Tubería 148	109,61	63	0,0015	13,47	1,2	23,52	0,02	75 o 100	Tubería 330	86,36	63	0,0015	-0,92	0,08	0,21	0,038	60,00

Estado de las Líneas de la Red (Escenario de proyecto)																		
	L	D	Rug.	Q	V	Perd. Unit.	F. Fricción	$D_{recom.}$		L	D	Rug.	Q	V	Perd. Unit.	F. Fricción	$D_{recom.}$
ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km		mm	ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km		mm
Tubería 149	98,22	63	0,0015	-5,43	0,48	4,66	0,025	60,00	Tubería 331	101,66	63	0,0015	-0,71	0,06	0,13	0,041	60,00
Tubería 150	97,2	110	0,0015	28,83	0,84	6,24	0,019	150,00	Tubería 334	109,28	63	0,0015	-1,04	0,09	0,26	0,037	60,00
Tubería 151	104,54	160	0,0015	46,46	0,64	2,71	0,021	150 o 200	Tubería 335	112,96	63	0,0015	-0,87	0,08	0,19	0,039	60,00
Tubería 152	21,96	160	0,0015	-99,08	1,37	17,03	0,029	60,00	Tubería 336	84,65	63	0,0015	-0,4	0,04	0,03	0,031	60,00
Tubería 153	110,15	160	0,0015	23,32	0,32	0,77	0,023	100 o 150	Tubería 337	84,69	63	0,0015	-1,5	0,13	0,48	0,033	60,00
Tubería 154	112,97	63	0,0015	11,2	1	16,33	0,02	75 o 100	Tubería 338	107,54	63	0,0015	0,22	0,02	0,02	0,051	60,00
Tubería 155	109,73	63	0,0015	4,96	0,44	3,95	0,025	60 o 75	Tubería 339	105,66	63	0,0015	-1,03	0,09	0,25	0,037	60,00
Tubería 156	96,93	63	0,0015	7,01	0,62	7,11	0,023	60 o 75	Tubería 340	111,97	63	0,0015	-1,69	0,15	0,59	0,032	60,00
Tubería 157	97,66	63	0,0015	5,51	0,49	4,79	0,025	60 o 75	Tubería 341	104,97	63	0,0015	-2,83	0,25	1,43	0,028	60,00
Tubería 158	111,81	160	0,0015	-40,2	0,56	1,9	0,019	60,00	Tubería 342	100	63	0,0015	4,47	0,4	3,15	0,025	60,00
Tubería 159	65,4	63	0,0015	0,72	0,06	0,14	0,042	60,00	Tubería 343	102,47	63	0,0015	-4,43	0,39	3,15	0,025	60,00
Tubería 160	104,8	63	0,0015	0,94	0,08	0,22	0,038	60,00	Tubería 86	15	63	0,0015	2,92	0,26	1,92	0,035	60,00
Tubería 162	65,88	63	0,0015	1,72	0,15	0,63	0,033	60,00	Tubería 346	109,37	63	0,0015	0,04	0	0	0,361	60,00

Estado de las Líneas de la Red (Escenario de proyecto)																	
	L	D	Rug.	Q	V	Perd. Unit.	F. Fricción	$D_{recom.}$		L	D	Rug.	Q	V	Perd. Unit.	F. Fricción	$D_{recom.}$
ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km		mm	ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km		mm
Tubería 164	91,62	63	0,0015	0,33	0,03	0,03	0,037	60,00	Tubería 305	12	50	0,0015	-9,36	1,32	48,7	0,027	60,00
Tubería 165	61,65	63	0,0015	1,34	0,12	0,41	0,036	60,00	Tubería 349	82,15	63	0,0015	3,53	0,31	2,12	0,027	60,00
Tubería 167	71,84	63	0,0015	3,04	0,27	1,63	0,028	60,00	Tubería 350	98,71	63	0,0015	3,53	0,31	2,11	0,026	60,00
Tubería 168	95,79	63	0,0015	6,36	0,57	5,98	0,023	60 o 75	Tubería 351	106,2	63	0,0015	3,53	0,31	2,17	0,027	60,00
Tubería 169	104,32	63	0,0015	2,67	0,24	1,33	0,029	60,00	Tubería 352	82,62	63	0,0015	3,53	0,31	2,12	0,027	60,00
Tubería 170	115,21	63	0,0015	3,72	0,33	2,31	0,026	60,00	Bomba 208	Sin Valor	Sin Valor	Sin Valor	83,02	0	-13,9	0	200,00
Tubería 171	102,03	63	0,0015	3,39	0,3	2,02	0,027	60,00	Bomba BOMBACentro	Sin Valor	Sin Valor	Sin Valor	85,84	0	-13,02	0	200,00
Tubería 173	94,3	63	0,0015	-3,21	0,29	1,85	0,028	60,00	Bomba 333	Sin Valor	Sin Valor	Sin Valor	107,61	0	-6,53	0	250,00
Tubería 174	102,66	63	0,0015	-2,66	0,24	1,33	0,029	60,00	Bomba 344	Sin Valor	Sin Valor	Sin Valor	80,51	0	-14,66	0	200,00
Tubería 175	101,62	63	0,0015	-3,76	0,34	2,44	0,027	60,00	Bomba 347	Sin Valor	Sin Valor	Sin Valor	0	0	0	0	60,00
Tubería 176	104,02	50	0,0015	-3,21	0,45	5,37	0,026	60,00	Bomba 348	Sin Valor	Sin Valor	Sin Valor	0	0	0	0	60,00

Estado de las Líneas de la Red (Escenario de proyecto)																	
	L	D	Rug.	Q	V	Perd. Unit.	F. Fricción	$D_{recom.}$		L	D	Rug.	Q	V	Perd. Unit.	F. Fricción	$D_{recom.}$
ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km		mm	ID Línea	m	mm	mm	m^3/h	m/s	m/km		mm
Tubería 177	72,93	50	0,0015	-15,61	2,21	94,46	0,019	60,00	Válvula 322	Sin Valor	63	Sin Valor	10,11	0,9	16,31	0	75 o 100
Tubería 178	112,63	63	0,0015	-7,76	0,69	8,74	0,023	60,00	Válvula 323	Sin Valor	63	Sin Valor	0,44	0,04	9,8	0	60,00
Tubería 179	92,94	63	0,0015	5,01	0,45	4,05	0,025	60 o 75	Válvula 324	Sin Valor	50	Sin Valor	0,77	0,11	11,41	0	60,00
Tubería 180	103,08	63	0,0015	4,13	0,37	2,86	0,026	60,00	Válvula 325	Sin Valor	75	Sin Valor	0,55	0,03	6,6	0	60,00
Tubería 181	94,39	63	0,0015	3,91	0,35	2,61	0,027	60,00	Válvula 326	Sin Valor	50	Sin Valor	0,99	0,14	7,01	0	60,00
Tubería 182	145,64	63	0,0015	-2,12	0,19	0,87	0,03	60,00	Válvula 328	Sin Valor	63	Sin Valor	18,84	1,68	0,25	0	100,00
Tubería 183	113,79	63	0,0015	-0,55	0,05	0,07	0,034	60,00	Válvula 329	Sin Valor	75	Sin Valor	10,19	0,64	1,71	0	75 o 100
Tubería 184	93,11	63	0,0015	-0,66	0,06	0,11	0,041	60,00	Válvula 332	Sin Valor	50	Sin Valor	8,43	1,19	0	0	60 o 75
Tubería 185	117,57	63	0,0015	-0,99	0,09	0,24	0,038	60,00	Válvula 21	Sin Valor	63	Sin Valor	23,32	2,08	0	0	100 o 150
Tubería 186	93,87	63	0,0015	3,42	0,3	2	0,027	60,00	Válvula 317	Sin Valor	160	Sin Valor	46,38	0,64	3,36	0	150 o 200
Tubería 188	102,47	63	0,0015	0,44	0,04	0,04	0,03	60,00	Válvula 345	Sin Valor	63	Sin Valor	6,45	0,57	0	0	60 o 75
Tubería 189	97,02	63	0,0015	-7,1	0,63	7,51	0,023	60,00									

ANEXO VII: Estudio de impacto ambiental

Planilla N°1: Factores de la matriz de impacto ambiental

Planilla N°2: Matriz de impacto ambiental

Planilla N°1: Factores de la matriz de impacto ambiental

Planta potabilizadora											
Nº	Impacto			Carácter (+/-)	Magnitud (Mg)				Reversibilidad (Re)	Probabilidad de ocurrencia (Oc)	VIA
	Acción de proyecto	Etapa	Factor ambiental		Intensidad (In)	Extensión (Ex)	Duración (Du)	Magnitud (Mg)			
1	Limpieza y desmonte	Constructiva	Calidad del aire	Negativo	5	2	2	3,50	2	2	-2,90
2	Limpieza y desmonte	Constructiva	Calidad del agua	-	-	-	-	-	-	-	0,00
3	Limpieza y desmonte	Constructiva	Ruido	Negativo	5	2	2	3,50	2	5	-3,35
4	Limpieza y desmonte	Constructiva	Suelo	-	-	-	-	-	-	-	0,00
5	Limpieza y desmonte	Constructiva	Calidad de vida	-	-	-	-	-	-	-	0,00
6	Limpieza y desmonte	Constructiva	Economía local	-	-	-	-	-	-	-	0,00
7	Instalación de obrador	Constructiva	Calidad del aire	Negativo	5	2	2	3,50	2	2	-2,90
8	Instalación de obrador	Constructiva	Calidad del agua	-	-	-	-	-	-	-	0,00
9	Instalación de obrador	Constructiva	Ruido	Negativo	5	2	5	4,10	2	2	-3,26
10	Instalación de obrador	Constructiva	Suelo	Negativo	2	2	2	2,00	2	2	-2,00
11	Instalación de obrador	Constructiva	Calidad de vida	-	-	-	-	-	-	-	0,00
12	Instalación de obrador	Constructiva	Economía local	-	-	-	-	-	-	-	0,00
13	Excavacion y construccion de platea	Constructiva	Calidad del aire	Negativo	5	2	2	3,50	2	2	-2,90
14	Excavacion y construccion de platea	Constructiva	Calidad del agua	-	5	2	2	3,50	2	5	0,00
15	Excavacion y construccion de platea	Constructiva	Ruido	Negativo	2	2	2	2,00	2	5	-2,45
16	Excavacion y construccion de platea	Constructiva	Suelo	-	-	-	-	-	-	-	0,00
17	Excavacion y construccion de platea	Constructiva	Calidad de vida	Positivo	-	-	-	-	-	-	0,00
18	Excavacion y construccion de platea	Constructiva	Economía local	-	-	-	-	-	-	-	0,00
19	Extension de la red de distribucion	Constructiva	Calidad del aire	-	-	-	-	-	-	-	0,00
20	Extension de la red de distribucion	Constructiva	Calidad del agua	-	-	-	-	-	-	-	0,00
21	Extension de la red de distribucion	Constructiva	Ruido	-	-	-	-	-	-	-	0,00
22	Extension de la red de distribucion	Constructiva	Suelo	-	-	-	-	-	-	-	0,00
23	Extension de la red de distribucion	Constructiva	Calidad de vida	-	-	-	-	-	-	-	0,00
24	Extension de la red de distribucion	Constructiva	Economía local	Positivo	5	5	2	4,40	-	-	4,40
25	Montaje de planta	Constructiva	Calidad del aire	Negativo	5	2	2	3,50	2	2	-2,90
26	Montaje de planta	Constructiva	Calidad del agua	-	-	-	-	-	-	-	0,00
27	Montaje de planta	Constructiva	Ruido	Negativo	5	2	5	4,10	2	2	-3,26
28	Montaje de planta	Constructiva	Suelo	Negativo	2	2	2	2,00	2	2	-2,00
29	Montaje de planta	Constructiva	Calidad de vida	-	-	-	-	-	-	-	0,00
30	Montaje de planta	Constructiva	Economía local	-	-	-	-	-	-	-	0,00

Planta potabilizadora											
Nº	Impacto			Carácter (+/-)	Magnitud (Mg)				Reversibilidad (Re)	Probabilidad de ocurrencia (Oc)	VIA
	Acción de proyecto	Etapa	Factor ambiental		Intensidad (In)	Extensión (Ex)	Duración (Du)	Magnitud (Mg)			
31	Conexión a la planta	Constructiva	Calidad del aire	Negativo	2	2	2	2,00	2	2	-2,00
32	Conexión a la planta	Constructiva	Calidad de vida	-	-	-	-	-	-	-	0,00
33	Conexión a la planta	Constructiva	Calidad del agua	-	-	-	-	-	-	-	0,00
34	Conexión a la planta	Constructiva	Ruido	Negativo	2	2	2	2,00	4	2	-2,50
35	Conexión a la planta	Constructiva	Suelo	Negativo	-	-	-	-	-	-	0,00
36	Conexión a la planta	Constructiva	Economía local	Positivo	10	5	2	6,90	-	-	6,90
37	Presencia física de la obra	Operativa	Calidad del aire	Negativo	-	-	-	-	-	-	0,00
38	Presencia física de la obra	Operativa	Calidad del agua	Positivo	5	2	5	4,10	-	-	4,10
39	Presencia física de la obra	Operativa	Ruido	-	-	-	-	-	-	-	0,00
40	Presencia física de la obra	Operativa	Suelo	-	-	-	-	-	-	-	0,00
41	Presencia física de la obra	Operativa	Calidad de vida	Positivo	10	2	10	7,60	-	-	7,60
42	Presencia física de la obra	Operativa	Economía local	Positivo	10	2	10	7,60	-	-	7,60
43	Función de la obra	Operativa	Calidad del aire	-	-	-	-	-	-	-	0,00
44	Función de la obra	Operativa	Calidad del agua	Positivo	10	5	10	8,50			8,50
45	Función de la obra	Operativa	Ruido	-	-	-	-	-	-	-	0,00
46	Función de la obra	Operativa	Suelo	-	-	-	-	-	-	-	0,00
47	Función de la obra	Operativa	Calidad de vida	Positivo	10	2	10	7,60	-	-	7,60
48	Función de la obra	Operativa	Economía local	Positivo	10	2	10	7,60	-	-	7,60
49	Mantenimiento y limpieza	Operativa	Calidad del aire	-	-	-	-	-	-	-	0,00
50	Mantenimiento y limpieza	Operativa	Calidad del agua	Positivo	10	5	10	8,50			8,50
51	Mantenimiento y limpieza	Operativa	Ruido	-	-	-	-	-	-	-	0,00
52	Mantenimiento y limpieza	Operativa	Suelo	-	-	-	-	-	-	-	0,00
53	Mantenimiento y limpieza	Operativa	Calidad de vida	Positivo	5	5	10	6,00			6,00
54	Mantenimiento y limpieza	Operativa	Economía local	-	-	-	-	-	-	-	0,00
55	Tratamiento de lodos	Operativa	Calidad del aire	-	-	-	-	-	-	-	0,00
56	Tratamiento de lodos	Operativa	Calidad del agua	Positvo	5	5	5	5,00			5,00
57	Tratamiento de lodos	Operativa	Ruido	-	-	-	-	-	-	-	0,00
58	Tratamiento de lodos	Operativa	Suelo	-	-	-	-	-	-	-	0,00
59	Tratamiento de lodos	Operativa	Calidad de vida	Positivo	5	2	2	3,50			3,50
60	Tratamiento de lodos	Operativa	Economía local	Positivo	5	2	2	3,50	-	-	3,50

Planilla N°2: Matriz de impacto ambiental

Etapa constructiva:

Matriz de importancia	Acciones del proyecto						
	Etapa constructiva						
Factores ambientales	Limpieza y desmonte	Instalación de obrador	Excavacion y construccion de platea	Extension de la red de distribucion	Montaje de planta	Conexión a la planta	Valor medio
Calidad del aire	-2,90	-2,90	-2,90	0,00	-2,90	-2,00	-2,27
Calidad del agua	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ruido	-3,35	-3,26	-2,45	0,00	-3,26	0,00	-2,05
Suelo	0,00	-2,00	0,00	0,00	-2,00	-2,50	-1,08
Calidad de vida	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Economía local	0,00	0,00	0,00	4,40	0,00	6,90	1,88
	VIA promedio						-0,59

Etapa operativa:

Matriz de importancia	Acciones del proyecto					Valor medio
	Etapa operativa					
Factores ambientales	Presencia física de la obra	Función de la obra	Mantenimiento y limpieza	Tratamiento de lodos	Valor medio	
Calidad del aire	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,13
Calidad del agua	4,10	8,50	8,50	5,00	6,53	3,26
Ruido	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,03
Suelo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,54
Calidad de vida	7,60	7,60	6,00	3,50	6,18	3,09
Economía local	7,60	7,60	0,00	3,50	4,68	3,28
	VIA promedio				2,90	1,15

ANEXO VIII: Computo, presupuesto, plan de trabajo y curva de inversión

Planilla N°1: Computo métrico

Planilla N°2: Análisis de precios unitarios

Planilla N°3: Calculo de honorarios mano de obra

Planilla N°4: Planilla de materiales

Planilla N°5: Gastos Generales

Planilla N°6: Coeficiente K

Planilla N°7: Presupuesto

Esquema N°1: Curva de Inversión

Planilla N°8: Plan de trabajo

Memoria técnica N°1: Pliego de especificaciones técnicas

Planilla N°1: Computo métrico

ITEM	DESIGNACIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
1	Trabajos preliminares		
1.1	Limpieza del terreno, nivelación, cartel de obra, replanteo, vallado, etc.	Gl	1,00
2	Estructuras de H°A°		
2.1	Platea de H°A° calidad H30 - Esp.= 35 cm, para asiento Módulo B Pta. Potabilizadora y Almacenamiento	m3	42,07
2.2	Cámara de desagüe de H°A° calidad H30	m3	3,36
3	Sistema de potabilización y almacenamiento		
3.1	Provisión y Montaje Módulo B Pta. Potabilizadora Compacta Q=23,16m3/h y Cisterna 21.000lts	Gl	1,00
4	Ampliación y/o sustitución de cañeria de distribución		
4.1	Excavación, Relleno y Compactación de Zanjas	m3	2217,53
4.2	Base de Asiento de Arena esp.=10cm y lateral cañería	m3	313,01
4.3	Provisión y Tendido - Cañería Dn PVC - diám.= 63 mm - K6	m	4714,33
4.4	Provisión y Tendido - Cañería Dn PVC - diám.= 75 mm - K6	m	46,97
4.5	Provisión y Tendido - Cañería Dn PVC - diám.= 100 mm - K6	m	23,47
4.6	Conexiones domiciliarias Tipo	Un	32,00
5	Adecuaciónes de tableros electricos, de comando y control		
5.1	Sector Muelle de Toma		
5.1.1	Adecuación Tablero Control de Bombas en Paralelo	Gl	1,00
5.2	Sector Planta de Tratamiento		
5.2.1	Provisión e Instalación Tablero Módulo B Pta. Potabilizadora	Gl	1,00
6	Provisión y Montaje de Electrobombas		
6.1	Bombas Sumergibles para Agua Cruda, Q= 12 l/s H= 75 m; incluye Motor	Un	3,00
6.2	Electrobombas Centrífugas para elevar a Tanque Almacenamiento, Q= 30 m3/h H= 22 m	Gl	1,00
6.3	Electrobombas Sumergibles para impulsión de barros, Q= 3,6 m3/h, H= 10 m	Gl	1,00
6.4	Electrobombas Centrífugas para impulsión a Cisterna, Electrobombas para elevar a Tanque Almacenamiento, Q= 30 m3/h H= 22 m	Gl	1,00
7	Provisión y Montaje de Equipamiento y Accesorios		
7.1	Sistema de Dosificación PAC. Incluye bombas dosificadoras, válvulas y tanques de almacenaje	Gl	1,00
7.2	Válvulas de Accionamiento para Compuertas. Accionamiento manual (diám.= 63 mm; 100 mm; 150 mm)	Gl	1,00
7.3	Válvulas de retención (FF), (diám.= 63 mm; diám.= 75mm)	Gl	1,00
7.4	Accesorio Cruce Cruz - PVC, diám.= 63 mm	Un	28,00

ITEM	DESIGNACIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
7.5	Tapa de cámara de desagüe - F.F	Un	1,00
7.6	Válvula de aire (FF), diám. = 63 mm	Un	5,00
7.7	Codo PVC a 90°, diám.= 100 mm	Un	3,00
7.8	Codo PVC a 90°, diám.= 150 mm	Un	1,00
7.9	Curva PVC a 45°, diám.= 100mm	Un	4,00
7.10	Caudalímetro, diám.= 100mm	Un	1,00
7.11	Válvula reguladora de caudal, diám.= 75mm	Un	1,00
7.12	Válvula de Purga (FF), diám.= 63mm	Un	6,00

Planilla N°2: Análisis de precios unitarios

1	**Trabajos preliminares**							
1.1	**Limpieza del terreno, nivelación, cartel de obra, replanteo, vallado, etc.**						**Unidad:**	**Gl**
	MATERIALES				**Subtotal:**		**$ 21.048.672,52**	
	Item	Unidad	Cantidad		Pcio. Unit.		Total	
	Lona	m2	15,36	m2/Gl	$ 24.215,47	$/m2	$ 371.949,61	$/Gl
	Bastidores de madera	m	22,80	m/Gl	$ 11.177,64	$/m	$ 254.850,30	$/Gl
	Tirante de 3" * 6"	m	12,00	m/Gl	$ 11.177,64	$/m	$ 134.131,74	$/Gl
	Impregnante para madera - Cetol	lts	1,00	lts/Gl	$ 20.963,84	$/lts	$ 20.963,84	$/Gl
	Tejido romboidal 15x15	Un.	159,99	Un./Gl	$ 84.500,41	$/Un.	$ 13.519.052,11	$/Gl
	Postes de madera	m	696,00	m/Gl	$ 2.488,02	$/m	$ 1.731.659,50	$/Gl
	Oficinas	Un.	0,20	Un./Gl	$ 9.269.011,59	$/Un.	$ 1.853.802,32	$/Gl
	Módulo sanitario	Un.	0,99	Un./Gl	$ 552.892,56	$/Un.	$ 547.363,64	$/Gl
	Casilla	Un.	1,00	Un./Gl	$ 434.711,78	$/Un.	$ 434.711,78	$/Gl
	Depósito	Un.	0,20	Un./Gl	$ 2.612.656,94	$/Un.	$ 522.531,39	$/Gl
	Platea 4,8x5,91x0,35	Un.	1,00	Un./Gl	$ 1.496.395,97	$/Un.	$ 1.496.395,97	$/Gl
	Elementos varios para replanteo	Lte.	1,00	Lte./Gl	$ 161.260,33	$/Lte.	$ 161.260,33	$/Gl
	MANO DE OBRA				**Subtotal:**		**$ 1.148.426,66**	
	OFICIAL	hs	20,00		$ 10.299,72		$ 205.994,45	
	MEDIO OFICIAL	hs	24,00		$ 9.517,59		$ 228.422,25	
	AYUDANTE	hs	81,50		$ 8.760,86		$ 714.009,97	
	EQUIPOS				**Subtotal:**		**$ 2.630.173,60**	
	Retroexcavadora c/Pala frontal	hs	16,00		$ 48.593,99		$ 777.503,88	
	Camion volcador	hs	16,00		$ 50.827,42		$ 813.238,72	
	Motoniveladora	hs	12,00		$ 86.619,25		$ 1.039.431,00	
						COSTO DEL ITEM	**$ 24.827.272,79**	
						FACTOR K	**1,876**	
						PRECIO DEL ITEM $/Gl	**$ 46.567.890,19**	

2	**Estructuras de H°A°**							
2.1	**Platea de H°A° calidad H30 - Esp.= 35 cm, para asiento Módulo B Pta.**						**Unidad:**	**m3**
	MATERIALES				**Subtotal:**		**$ 280.632,09**	
	Item	Unidad	Cantidad		Pcio. Unit.		Total	
	Hormigón H-30	m3	1,10	m3/m3	$ 144.774,92	$/m3	$ 159.252,41	$/m3
	Madera para encofrado	m2	1,32	m2/m3	$ 9.012,15	$/m2	$ 11.869,82	$/m3
	Ravioles	Un.	6,00	Un./m3	$ 73,72	$/Un.	$ 442,31	$/m3
	Film de polietileno de 200 micrones	m	3,14	m/m3	$ 1.034,92	$/m	$ 3.252,61	$/m3
	Malla Ø6 15x15 AM500 2,4x6,0m	Kg.	17,31	Kg./m3	$ 1.116,39	$/Kg.	$ 19.329,53	$/m3
	Hierro ADN-420 Ø8	Kg.	46,65	Kg./m3	$ 1.433,35	$/Kg.	$ 66.860,07	$/m3
	Hierro ADN-420 Ø6	Kg.	20,05	Kg./m3	$ 978,88	$/Kg.	$ 19.625,33	$/m3
	MANO DE OBRA				**Subtotal:**		**$ 75.544,14**	
	OFICIAL	hs	1,36		$ 10.299,72		$ 13.989,91	
	MEDIO OFICIAL	hs	2,72		$ 9.517,59		$ 25.855,12	
	AYUDANTE	hs	4,07		$ 8.760,86		$ 35.699,11	
	EQUIPOS				**Subtotal:**		**$ 0,00**	
						COSTO DEL ITEM	**$ 356.176,23**	
						FACTOR K	**1,876**	
						PRECIO DEL ITEM $/m3	**$ 668.070,78**	

2	**Estructuras de H°A°**								
2.2	**Cámara de desagüe de H°A° calidad H30**							**Unidad:**	**m3**
	MATERIALES				**Subtotal:**			**$ 194.464,83**	
	Item	Unidad	Cantidad		Pcio. Unit.			Total	
	Hormigón H-30	m3	1,10	m3/m3	$ 144.774,92	$/m3		$ 159.252,41	$/m3
	Madera para encofrado	m2	1,32	m2/m3	$ 9.012,15	$/m2		$ 11.869,82	$/m3
	Ravioles	Un.	10,00	Un./m3	$ 73,72	$/Un.		$ 737,19	$/m3
	Film de polietileno de 200 micrones	m	5,50	m/m3	$ 1.034,92	$/m		$ 5.692,08	$/m3
	Malla Ø6 15x15 AM500 2,4x6,0m	Kg.	15,15	Kg./m3	$ 1.116,39	$/Kg.		$ 16.913,34	$/m3
	MANO DE OBRA				**Subtotal:**			**$ 75.791,40**	
	OFICIAL	hs	1,34		$ 10.299,72			$ 13.794,27	
	MEDIO OFICIAL	hs	2,68		$ 9.517,59			$ 25.493,55	
	AYUDANTE	hs	4,17		$ 8.760,86			$ 36.503,58	
	EQUIPOS				**Subtotal:**			**$ 0,00**	
							COSTO DEL ITEM	**$ 270.256,23**	
							FACTOR K	**1,876**	
							PRECIO DEL ITEM $/m3	**$ 506.912,81**	

3	**Sistema de potabilización y almacenamiento**							
3.1	**Provisión y Montaje Módulo B Pta. Potabilizadora Compacta Q=23,16m3/h**						**Unidad:**	**Gl**
	MATERIALES				**Subtotal:**		**$ 147.210.192,78**	
	Item	Unidad	Cantidad		Pcio. Unit.		Total	
	Modulo de planta potabilizadora compacta	Un.	1,00	Un./Gl	$ 137.578.581,63	$/Un.	$ 137.578.581,63	$/Gl
	Cisterna de PRFV - 21.000 lts	Un.	1,00	Un./Gl	$ 7.592.650,45	$/Un.	$ 7.592.650,45	$/Gl
	Traslado y montaje de cisterna	Un.	1,00	Un./Gl	$ 1.019.480,35	$/Un.	$ 1.019.480,35	$/Gl
	Traslado y montaje de Modulo compacto	Un.	1,00	Un./Gl	$ 1.019.480,35	$/Un.	$ 1.019.480,35	$/Gl
	MANO DE OBRA				**Subtotal:**		**$ 597.627,68**	
	OFICIAL	hs	24,00		$ 10.299,72		$ 247.193,34	
	AYUDANTE	hs	40,00		$ 8.760,86		$ 350.434,34	
	EQUIPOS				**Subtotal:**		**$ 0,00**	
						COSTO DEL ITEM	**$ 147.807.820,46**	
						FACTOR K	**1,88**	
						PRECIO DEL ITEM $/Gl	**$ 277.239.405,73**	

4	**Ampliación y/o sustitución de cañeria de distribución**					
4.1	**Excavación, Relleno y Compactación de Zanjas**				**Unidad:**	**m3**
	MATERIALES			**Subtotal:**	**$ 0,00**	
	Item	Unidad	Cantidad	Pcio. Unit.	Total	
	MANO DE OBRA			**Subtotal:**	**$ 9.068,63**	
	OFICIAL	hs	0,20	$ 10.299,72	$ 2.059,94	
	AYUDANTE	hs	0,80	$ 8.760,86	$ 7.008,69	
	EQUIPOS			**Subtotal:**	**$ 16.326,26**	
	Retroexcavadora c/Pala frontal	hs	0,16	$ 48.593,99	$ 7.775,04	
	Vibro apisonador tipo WACKER	hs	0,16	$ 2.617,70	$ 418,83	
	Camion volcador	hs	0,16	$ 50.827,42	$ 8.132,39	
				COSTO DEL ITEM	**$ 25.394,89**	
				FACTOR K	**1,876**	
				PRECIO DEL ITEM $/m3	**$ 47.632,55**	

4	**Ampliación y/o sustitución de cañeria de distribución**								
4.2	**Base de Asiento de Arena esp.=10cm y lateral cañería**						**Unidad:**	**m3**	
	MATERIALES				**Subtotal:**		**$ 4.130,57**		
	Item	Unidad	Cantidad		Pcio. Unit.		Total		
	Arena	m3	0,16	m3/m3	$ 25.340,91	$/m3	$ 4.130,57	$/m3	
	MANO DE OBRA				**Subtotal:**		**$ 8.192,55**		
	OFICIAL	hs	0,20		$ 10.299,72		$ 2.059,94		
	AYUDANTE	hs	0,70		$ 8.760,86		$ 6.132,60		
	EQUIPOS				**Subtotal:**		**$ 418,83**		
	Vibro apisonador tipo WACKER	hs	0,16		$ 2.617,70		$ 418,83		
						COSTO DEL ITEM	**$ 12.741,95**		
						FACTOR K	**1,876**		
						PRECIO DEL ITEM $/m3	**$ 23.899,75**		

4	**Ampliación y/o sustitución de cañeria de distribución**							
4.3	**Provisión y Tendido - Cañería Dn PVC - diám.= 63 mm - K6**						**Unidad:**	**m**
	MATERIALES				**Subtotal:**		**$ 9.537,23**	
	Item	Unidad	Cantidad		Pcio. Unit.		Total	
	Caño Clase 6 - PVC Ø63	m	1,05	m/m	$ 7.997,28	$/m	$ 8.397,15	$/m
	Pegamento PVC - Losung	Un.	0,02	Un./m	$ 32.738,61	$/Un.	$ 520,84	$/m
	Cinta Azul	ml	1,05	ml/m	$ 589,75	$/ml	$ 619,24	$/m
	MANO DE OBRA				**Subtotal:**		**$ 4.451,43**	
	OFICIAL	hs	0,16		$ 10.299,72		$ 1.647,96	
	AYUDANTE	hs	0,32		$ 8.760,86		$ 2.803,47	
	EQUIPOS				**Subtotal:**		**$ 0,00**	
						COSTO DEL ITEM	**$ 13.988,66**	
						FACTOR K	**1,876**	
						PRECIO DEL ITEM $/m	**$ 26.238,18**	

4	**Ampliación y/o sustitución de cañeria de distribución**							
4.4	**Provisión y Tendido - Cañería Dn PVC - diám.= 75 mm - K6**						**Unidad:**	**m**
	MATERIALES				**Subtotal:**		**$ 10.502,95**	
	Item	Unidad	Cantidad		Pcio. Unit.		Total	
	Cinta Azul	ml	0,50	ml/m	$ 589,75	$/ml	$ 294,88	$/m
	Pegamento PVC - Losung	Un.	0,02	Un./m	$ 32.738,61	$/Un.	$ 520,84	$/m
	Caño K6 - PVC Ø75	m	1,05	m/m	$ 9.225,93	$/m	$ 9.687,23	$/m
	MANO DE OBRA				**Subtotal:**		**$ 37.339,03**	
	OFICIAL	hs	1,00		$ 10.299,72		$ 10.299,72	
	MEDIO OFICIAL	hs	1,00		$ 9.517,59		$ 9.517,59	
	AYUDANTE	hs	2,00		$ 8.760,86		$ 17.521,72	
	EQUIPOS				**Subtotal:**		**$ 0,00**	
						COSTO DEL ITEM	**$ 47.841,98**	
						FACTOR K	**1,876**	
						PRECIO DEL ITEM $/m	**$ 89.736,00**	

4	**Ampliación y/o sustitución de cañeria de distribución**							
4.5	**Provisión y Tendido - Cañería Dn PVC - diám.= 100 mm - K6**						**Unidad:**	**m**
	MATERIALES				**Subtotal:**		**$ 11.324,90**	
	Item	Unidad	Cantidad		Pcio. Unit.		Total	
	Caño K6 - PVC Ø100	m	1,05	m/m	$ 9.699,83	$/m	$ 10.184,82	$/m
	Pegamento PVC - Losung	Un.	0,02	Un./m	$ 32.738,61	$/Un.	$ 520,84	$/m
	Cinta Azul	ml	1,05	ml/m	$ 589,75	$/ml	$ 619,24	$/m
	MANO DE OBRA				**Subtotal:**		**$ 29.360,30**	
	OFICIAL	hs	2,00		$ 10.299,72		$ 20.599,44	
	AYUDANTE	hs	1,00		$ 8.760,86		$ 8.760,86	
	EQUIPOS				**Subtotal:**		**$ 0,00**	
						COSTO DEL ITEM	**$ 40.685,20**	
						FACTOR K	**1,876**	
						PRECIO DEL ITEM $/m	**$ 76.312,21**	

4	**Ampliación y/o sustitución de cañeria de distribución**							
4.6	**Conexiones domiciliarias Tipo**						**Unidad:**	**Un**
	MATERIALES				**Subtotal:**		**$ 88.839,32**	
	Item	Unidad	Cantidad		Pcio. Unit.		Total	
	Medidor domiciliario Ø 3/4"	Un.	1,00	Un./Un	$ 51.432,83	$/Un.	$ 51.432,83	$/Un
	Pegamento PVC - Losung	Un.	0,02	Un./Un	$ 32.738,61	$/Un.	$ 520,84	$/Un
	Llave maestra Ø 3/4"	Un.	1,00	Un./Un	$ 35.938,02	$/Un.	$ 35.938,02	$/Un
	Manguera polipropileno Ø 3/4"	m	1,76	m/Un	$ 538,43	$/m	$ 947,63	$/Un
	MANO DE OBRA				**Subtotal:**		**$ 29.360,30**	
	OFICIAL	hs	2,00		$ 10.299,72		$ 20.599,44	
	AYUDANTE	hs	1,00		$ 8.760,86		$ 8.760,86	
	EQUIPOS				**Subtotal:**		**$ 0,00**	
						COSTO DEL ITEM	**$ 118.199,62**	
						FACTOR K	**1,876**	
						PRECIO DEL ITEM $/Un	**$ 221.704,05**	

5	**Adecuaciónes de tableros electricos, de comando y control**							
5.1.1	**Adecuación Tablero Control de Bombas en Paralelo**						**Unidad:**	**Gl**
	MATERIALES				**Subtotal:**		**$ 7.720.682,84**	
	Item	Unidad	Cantidad		Pcio. Unit.		Total	
	Tablero de control y comando	Un.	1,00	Un./Gl	$ 7.720.682,84	$/Un.	$ 7.720.682,84	$/Gl
	MANO DE OBRA				**Subtotal:**		**$ 222.571,52**	
	OFICIAL	hs	8,00		$ 10.299,72		$ 82.397,78	
	AYUDANTE	hs	16,00		$ 8.760,86		$ 140.173,74	
	EQUIPOS				**Subtotal:**		**$ 0,00**	
						COSTO DEL ITEM	**$ 7.943.254,36**	
						FACTOR K	**1,876**	
						PRECIO DEL ITEM $/Gl	**$ 14.898.962,12**	

5	**Adecuaciónes de tableros electricos, de comando y control**							
5.2.1	**Provisión e Instalación Tablero Módulo B Pta. Potabilizadora**						**Unidad:**	**Gl**
	MATERIALES				**Subtotal:**		**$ 5.594.697,71**	
	Item	Unidad	Cantidad		Pcio. Unit.		Total	
	Tablero electrico	Un.	1,00	Un./Gl	$ 5.594.697,71	$/Un.	$ 5.594.697,71	$/Gl
	MANO DE OBRA				**Subtotal:**		**$ 222.571,52**	
	OFICIAL	hs	8,00		$ 10.299,72		$ 82.397,78	
	AYUDANTE	hs	16,00		$ 8.760,86		$ 140.173,74	
	EQUIPOS				**Subtotal:**		**$ 0,00**	
						COSTO DEL ITEM	**$ 5.817.269,23**	
						FACTOR K	**1,876**	
						PRECIO DEL ITEM $/Gl	**$ 10.911.305,36**	

6	**Provisión y Montaje de Electrobombas**							
6.1	**Bombas Sumergibles para Agua Cruda, Q= 12 l/s H= 75 m; incluye Motor**						**Unidad:**	**Un**
	MATERIALES				**Subtotal:**		**$ 14.368.111,89**	
	Item	Unidad	Cantidad		Pcio. Unit.		Total	
	Bomba sumergible Flygt 3171-N-SH-270	Un.	1,00	Un./Un	$ 14.368.111,89	$/Un.	$ 14.368.111,89	$/Un
	MANO DE OBRA				**Subtotal:**		**$ 222.571,52**	
	OFICIAL	hs	8,00		$ 10.299,72		$ 82.397,78	
	AYUDANTE	hs	16,00		$ 8.760,86		$ 140.173,74	
	EQUIPOS				**Subtotal:**		**$ 0,00**	
						COSTO DEL ITEM	**$ 14.590.683,40**	
						FACTOR K	**1,876**	
						PRECIO DEL ITEM $/Un	**$ 27.367.377,33**	

6	**Provisión y Montaje de Electrobombas**							
6.2	**Electrobombas Centrífugas para elevar a Tanque Almacenamiento, Q= 30**						**Unidad:**	**Gl**
	MATERIALES				**Subtotal:**		**$ 521.418,60**	
	Item	Unidad	Cantidad		Pcio. Unit.		Total	
	BOMBA CENTRIFUGA ALTO CAUDAL AC	Un.	1,00	Un./Gl	$ 521.418,60	$/Un.	$ 521.418,60	$/Gl
	MANO DE OBRA				**Subtotal:**		**$ 222.571,52**	
	OFICIAL	hs	8,00		$ 10.299,72		$ 82.397,78	
	AYUDANTE	hs	16,00		$ 8.760,86		$ 140.173,74	
	EQUIPOS				**Subtotal:**		**$ 0,00**	
						COSTO DEL ITEM	**$ 743.990,12**	
						FACTOR K	**1,876**	
						PRECIO DEL ITEM $/Gl	**$ 1.395.483,52**	

6	**Provisión y Montaje de Electrobombas**							
6.3	**Electrobombas Sumergibles para impulsión de barros, Q= 3,6 m3/h, H= 10**						**Unidad:**	**Gl**
	MATERIALES				**Subtotal:**		**$ 5.855.874,77**	
	Item	Unidad	Cantidad		Pcio. Unit.		Total	
	Electrobomba sumergible FLYGT NP – 3´	Un.	1,00	Un./Gl	$ 5.855.874,77	$/Un.	$ 5.855.874,77	$/Gl
	MANO DE OBRA				**Subtotal:**		**$ 222.571,52**	
	OFICIAL	hs	8,00		$ 10.299,72		$ 82.397,78	
	AYUDANTE	hs	16,00		$ 8.760,86		$ 140.173,74	
	EQUIPOS				**Subtotal:**		**$ 0,00**	
						COSTO DEL ITEM	**$ 6.078.446,29**	
						FACTOR K	**1,876**	
						PRECIO DEL ITEM $/Gl	**$ 11.401.188,59**	

6	**Provisión y Montaje de Electrobombas**							
6.4	**Electrobombas Centrífugas para impulsión a Cisterna, Electrobombas**						**Unidad:**	**Gl**
	MATERIALES				**Subtotal:**		**$ 521.418,60**	
	Item	Unidad	Cantidad		Pcio. Unit.		Total	
	BOMBA CENTRIFUGA ALTO CAUDAL AC	Un.	1,00	Un./Gl	$ 521.418,60	$/Un.	$ 521.418,60	$/Gl
	MANO DE OBRA				**Subtotal:**		**$ 222.571,52**	
	OFICIAL	hs	8,00		$ 10.299,72		$ 82.397,78	
	AYUDANTE	hs	16,00		$ 8.760,86		$ 140.173,74	
	EQUIPOS				**Subtotal:**		**$ 0,00**	
						COSTO DEL ITEM	**$ 743.990,12**	
						FACTOR K	**1,876**	
						PRECIO DEL ITEM $/Gl	**$ 1.395.483,52**	

7	**Provisión y Montaje de Equipamiento y Accesorios**							
7.1	**Sistema de Dosificación PAC. Incluye bombas dosificadoras, válvulas y**						**Unidad:**	**Gl**
	MATERIALES				**Subtotal:**		**$ 13.524.996,46**	
	Item	Unidad	Cantidad		Pcio. Unit.		Total	
	Tanques de dilución (250 lts)	Un.	3,00	Un./Gl	$ 232.712,48	$/Un.	$ 698.137,44	$/Gl
	Bomba dosificadora de 1 lt/h	Un.	2,00	Un./Gl	$ 175.082,64	$/Un.	$ 350.165,29	$/Gl
	Bomba dosificadora de 7 lt/h	Un.	1,00	Un./Gl	$ 585.605,37	$/Un.	$ 585.605,37	$/Gl
	Casilla para alojamiento de tanques y tab	Un.	1,00	Un./Gl	$ 10.226.550,20	$/Un.	$ 10.226.550,20	$/Gl
	Agitadores para tanques de dilución y dos	Un.	3,00	Un./Gl	$ 554.846,05	$/Un.	$ 1.664.538,15	$/Gl
	MANO DE OBRA				**Subtotal:**		**$ 556.428,79**	
	OFICIAL	hs	20,00		$ 10.299,72		$ 205.994,45	
	AYUDANTE	hs	40,00		$ 8.760,86		$ 350.434,34	
	EQUIPOS				**Subtotal:**		**$ 0,00**	
						COSTO DEL ITEM	**$ 14.081.425,25**	
						FACTOR K	**1,876**	
						PRECIO DEL ITEM $/Gl	**$ 26.412.174,64**	

7	**Provisión y Montaje de Equipamiento y Accesorios**							
7.2	**Válvulas de Accionamiento para Compuertas. Accionamiento manual**						**Unidad:**	**Gl**
	MATERIALES				**Subtotal:**		**$ 4.646.727,62**	
	Item	Unidad	Cantidad		Pcio. Unit.		Total	
	Válvula de compuerta Ø63	Un.	23,00	Un./Gl	$ 150.497,36	$/Un.	$ 3.461.439,17	$/Gl
	Válvula de compuerta Ø100	Un.	1,00	Un./Gl	$ 306.875,37	$/Un.	$ 306.875,37	$/Gl
	Válvula de compuerta Ø150	Un.	1,00	Un./Gl	$ 878.413,07	$/Un.	$ 878.413,07	$/Gl
	MANO DE OBRA				**Subtotal:**		**$ 347.767,99**	
	OFICIAL	hs	12,50		$ 10.299,72		$ 128.746,53	
	AYUDANTE	hs	25,00		$ 8.760,86		$ 219.021,46	
	EQUIPOS				**Subtotal:**		**$ 0,00**	
						COSTO DEL ITEM	**$ 4.994.495,61**	
						FACTOR K	**1,876**	
						PRECIO DEL ITEM $/Gl	**$ 9.368.049,62**	

7	**Provisión y Montaje de Equipamiento y Accesorios**								
7.3	**Válvulas de retención (FF), (diám.= 63 mm; diám.= 75mm)**						**Unidad:**	**Gl**
	MATERIALES				**Subtotal:**		**$ 764.626,05**	
	Item	Unidad	Cantidad		Pcio. Unit.		Total	
	Válvula de retención Ø63 - FF	Un.	2,00	Un./Gl	$ 183.735,46	$/Un.	$ 367.470,93	$/Gl
	Válvula de retención Ø75 - FF	Un.	2,00	Un./Gl	$ 198.577,56	$/Un.	$ 397.155,12	$/Gl
	MANO DE OBRA				**Subtotal:**		**$ 13.910,72**	
	OFICIAL	hs	0,50		$ 10.299,72		$ 5.149,86	
	AYUDANTE	hs	1,00		$ 8.760,86		$ 8.760,86	
	EQUIPOS				**Subtotal:**		**$ 0,00**	
						COSTO DEL ITEM	**$ 778.536,77**	
						FACTOR K	**1,876**	
						PRECIO DEL ITEM $/Gl	**$ 1.460.281,81**	

7	**Provisión y Montaje de Equipamiento y Accesorios**							
7.4	**Accesorio Cruce Cruz - PVC, diám.= 63 mm**						**Unidad:**	**Un**
	MATERIALES				**Subtotal:**		**$ 15.164,00**	
	Item	Unidad	Cantidad		Pcio. Unit.		Total	
	Cruce Cruz - PVC Ø63	Un.	1,00	Un./Un	$ 15.164,00	$/Un.	$ 15.164,00	$/Un
	MANO DE OBRA				**Subtotal:**		**$ 27.821,44**	
	OFICIAL	hs	1,00		$ 10.299,72		$ 10.299,72	
	AYUDANTE	hs	2,00		$ 8.760,86		$ 17.521,72	
	EQUIPOS				**Subtotal:**		**$ 0,00**	
						COSTO DEL ITEM	**$ 42.985,44**	
						FACTOR K	**1,876**	
						PRECIO DEL ITEM $/Un	**$ 80.626,71**	

7	**Provisión y Montaje de Equipamiento y Accesorios**							
7.5	**Tapa de cámara de desagüe - F.F**						**Unidad:**	**Un**
	MATERIALES				**Subtotal:**		**$ 87.541,32**	
	Item	Unidad	Cantidad		Pcio. Unit.		Total	
	Tapa de cámara de desagüe - F.F	Un.	1,00	Un./Un	$ 87.541,32	$/Un.	$ 87.541,32	$/Un
	MANO DE OBRA				**Subtotal:**		**$ 5.564,29**	
	OFICIAL	hs	0,20		$ 10.299,72		$ 2.059,94	
	AYUDANTE	hs	0,40		$ 8.760,86		$ 3.504,34	
						COSTO DEL ITEM	**$ 93.105,61**	
						FACTOR K	**1,876**	
						PRECIO DEL ITEM $/Un	**$ 174.635,85**	

7	**Provisión y Montaje de Equipamiento y Accesorios**							
7.6	**Válvula de aire (FF), diám. = 63 mm**						**Unidad:**	**Un**
	MATERIALES				**Subtotal:**		**$ 1.672.358,74**	
	Item	Unidad	Cantidad		Pcio. Unit.		Total	
	Válvula de aire Ø63mm FF - marca Vente:	Un.	4,00	Un./Un	$ 418.089,69	$/Un.	$ 1.672.358,74	$/Un
	MANO DE OBRA				**Subtotal:**		**$ 13.910,72**	
	OFICIAL	hs	0,50		$ 10.299,72		$ 5.149,86	
	AYUDANTE	hs	1,00		$ 8.760,86		$ 8.760,86	
	EQUIPOS				**Subtotal:**		**$ 0,00**	
					COSTO DEL ITEM		**$ 1.686.269,46**	
					FACTOR K		**1,876**	
					PRECIO DEL ITEM $/Un		**$ 3.162.893,16**	

7	**Provisión y Montaje de Equipamiento y Accesorios**							
7.7	**Codo PVC a 90°, diám.= 100 mm**						**Unidad:**	**Un**
	MATERIALES				**Subtotal:**		**$ 20.152,89**	
	Item	Unidad	Cantidad		Pcio. Unit.		Total	
	Codo PVC 90° Ø100	Un.	1,00	Un./Un	$ 20.152,89	$/Un.	$ 20.152,89	$/Un
	MANO DE OBRA				**Subtotal:**		**$ 13.910,72**	
	OFICIAL	hs	0,50		$ 10.299,72		$ 5.149,86	
	AYUDANTE	hs	1,00		$ 8.760,86		$ 8.760,86	
	EQUIPOS				**Subtotal:**		**$ 0,00**	
						COSTO DEL ITEM	**$ 34.063,61**	
						FACTOR K	**1,876**	
						PRECIO DEL ITEM $/Un	**$ 63.892,26**	

7	**Provisión y Montaje de Equipamiento y Accesorios**							
7.8	**Codo PVC a 90°, diám.= 150 mm**						**Unidad:**	**Un**
	MATERIALES				**Subtotal:**		**$ 30.229,58**	
	Item	Unidad	Cantidad		Pcio. Unit.		Total	
	Codo PVC 90° Ø150	Un.	1,00	Un./Un	$ 30.229,58	$/Un.	$ 30.229,58	$/Un
	MANO DE OBRA				**Subtotal:**		**$ 13.910,72**	
	OFICIAL	hs	0,50		$ 10.299,72		$ 5.149,86	
	AYUDANTE	hs	1,00		$ 8.760,86		$ 8.760,86	
	EQUIPOS				**Subtotal:**		**$ 0,00**	
						COSTO DEL ITEM	**$ 44.140,30**	
						FACTOR K	**1,876**	
						PRECIO DEL ITEM $/Un	**$ 82.792,85**	

7	**Provisión y Montaje de Equipamiento y Accesorios**							
7.9	**Curva PVC a 45°, diám.= 100mm**						**Unidad:**	**Un**
	MATERIALES				**Subtotal:**		**$ 26.390,66**	
	Item	Unidad	Cantidad		Pcio. Unit.		Total	
	Curva PVC a 45° Ø100mm	Un.	1,00	Un./Un	$ 26.390,66	$/Un.	$ 26.390,66	$/Un
	MANO DE OBRA				**Subtotal:**		**$ 13.910,72**	
	OFICIAL	hs	0,50		$ 10.299,72		$ 5.149,86	
	AYUDANTE	hs	1,00		$ 8.760,86		$ 8.760,86	
	EQUIPOS				**Subtotal:**		**$ 0,00**	
						COSTO DEL ITEM	**$ 40.301,38**	
						FACTOR K	**1,876**	
						PRECIO DEL ITEM $/Un	**$ 75.592,28**	

7	**Provisión y Montaje de Equipamiento y Accesorios**							
7.10	**Caudalímetro, diám.= 100mm**						**Unidad:**	**Un**
	MATERIALES				**Subtotal:**		**$ 763.259,50**	
	Item	Unidad	Cantidad		Pcio. Unit.		Total	
	Caudalimetro Medidor De Agua Ø100 Bric	Un.	1,00	Un./Un	$ 763.259,50	$/Un.	$ 763.259,50	$/Un
	MANO DE OBRA				**Subtotal:**		**$ 23.441,01**	
	OFICIAL	hs	1,00		$ 10.299,72		$ 10.299,72	
	AYUDANTE	hs	1,50		$ 8.760,86		$ 13.141,29	
	EQUIPOS				**Subtotal:**		**$ 0,00**	
						COSTO DEL ITEM	**$ 786.700,51**	
						FACTOR K	**1,876**	
						PRECIO DEL ITEM $/Un	**$ 1.475.594,34**	

7	**Provisión y Montaje de Equipamiento y Accesorios**							
7.11	**Válvula reguladora de caudal, diám.= 75mm**						**Unidad:**	**Un**
	MATERIALES				**Subtotal:**		**$ 230.185,02**	
	Item	Unidad	Cantidad		Pcio. Unit.		Total	
	Valvula reguladora de caudal Ø75	Un.	1,00	Un./Un	$ 230.185,02	$/Un.	$ 230.185,02	$/Un
	MANO DE OBRA				**Subtotal:**		**$ 23.441,01**	
	OFICIAL	hs	1,00		$ 10.299,72		$ 10.299,72	
	AYUDANTE	hs	1,50		$ 8.760,86		$ 13.141,29	
	EQUIPOS				**Subtotal:**		**$ 0,00**	
					COSTO DEL ITEM		**$ 253.626,03**	
					FACTOR K		**1,876**	
					PRECIO DEL ITEM $/Un		**$ 475.719,95**	

7	**Provisión y Montaje de Equipamiento y Accesorios**								
7.12	**Válvula de Purga (FF), diám.= 63mm**							**Unidad:**	**Un**
	MATERIALES				**Subtotal:**			**$ 1.077.547,24**	
	Item	Unidad	Cantidad		Pcio. Unit.			Total	
	Válvula gate (Marca Saint Gobain) Ø63 mı	Un.	4,00	Un./Un	$ 269.386,81	$/Un.		$ 1.077.547,24	$/Un
	MANO DE OBRA				**Subtotal:**			**$ 23.441,01**	
	OFICIAL	hs	1,00		$ 10.299,72			$ 10.299,72	
	AYUDANTE	hs	1,50		$ 8.760,86			$ 13.141,29	
	EQUIPOS				**Subtotal:**			**$ 0,00**	
							COSTO DEL ITEM	**$ 1.100.988,25**	
							FACTOR K	**1,876**	
							PRECIO DEL ITEM $/Un	**$ 2.065.095,93**	

Planilla N°3: Calculo de honorarios mano de obra

Valores jornales oficiales - Zona A		
Rango	**Salario**	
Oficial especializado	$	4.741,00
Oficial	$	4.056,00
Medio oficial	$	3.748,00
Ayudante	$	3.450,00
Sereno	$	626.681,00

Adoptando una modalidad de trabajo de lunes a viernes (9hs de lunes a jueves y 8hs los viernes):

Dias laborales teóricos por año	
Días del año	365
Sábados	52
Domingos	52
	261

Liencias			
Detalle	**Días no trabajados**	**Días pagos**	**Observación**
Feriados	15	19	Feriados sábados y domingos se pagan igual por ley. Se incluye además el día de la construcción
Vacaciones	10	14	Al comenzar por ley los lunes, se ausentan 2 sábados y 2 domingos
Por enfermedad	17	15	Estimación. Se consideran casos en los que los empleados no presenten certificado médico
Por accidentes	5	5	Los días están documentados y controlados por la ART.
Por licencias especiales	1	1	Dato estadístico
Por lluvia	15	3,64	Cantidad supuesta de días que directamente no se va a trabajar
TOTAL	**63**	**57,64**	

Días netos trabajados		Días pagos	
Días laborales teóricos	261	Días laborales teóricos	198
Días no trabajados	63	Días pagos no trabajados	57,64
	198		**255,64**

Cantidad de horas trabajadas por año	Coeficiente: días pagos por cada día de trabajo
1742,4	**1,291**

1) Días no trabajados

Descripción	Días	Días efectivos	Incidencia
Feriados	19	198	9,60%
Vacaciones	14	198	7,07%
Por enfermedad	15	198	7,58%
Por accidentes	5	198	2,53%
Por licencias especiales	1	198	0,51%
Por lluvia	3,64	198	1,84%
	57,64	**198**	**29,11%**

2) Pagos adicionales

a) Aguinaldo

	Coef.	1/12	Incidencia
S.A.C. (aguinaldo) - 1 mes c/12 meses	1,291	0,083	**10,76%**

b) De incrementos por tareas especiales

	Incremento	Incidencia	Total
Colado de hormigón	20,0%	15,0%	3,00%
Trabajo en altura	40,0%	15,0%	6,00%
Submuraciones	3,0%	10,0%	0,30%
Zanjas en vía pública	2,0%	10,0%	0,20%
Revestimientos	10,0%	20,0%	2,00%
			11,50%

c) Fondo de desempleo (12%)

Porcentaje	Coef.	Total
0,12	1,291	**15,49%**

Incidencia porcentual total de ítem 2 : 37.75%

3) Aportes patronales

	Retención	Aporte patronal	TOTAL
SUSS	15,00%	22,47%	37,47%
Ley 4035 - Discapacidad	0,60%	2,50%	3,10%
Sindicado	3,00%	6,00%	9,00%
Cuota sindical	3,00%	0,00%	3,00%
Seguro de vida			0,00%
IERIC y FODECO	0,00%	0,00%	0,00%
Fondo invest. - UOCRA		0,00%	0,00%
	21,60%	**30,97%**	**52,57%**

SUSS

	Aporte	Retención
Jubilación	10,17%	11,00%
Ley 19032	1,50%	3,00%
Contribución Ley 26494	3,00%	
Asignaciones familiares	4,44%	
Fondo Nacional de empleo	0,89%	
ANSSAL	2,00%	1,00%
INACAP	0,47%	
	22,47%	15,00%

	Ap. Patronal	**Coeficiente**	**Total**
INCIDENCIA ITEM 3	30,97%	1,291	**39,99%**

4) Monto variable art

	Porcentaje	**Coeficiente**	**Total**
ART - Monto variable	9,0%	1,291	**11,62%**

5) Seguro de vida

Detalle	**$/mes**	**$/año**
Seguro de vida San Cristobal - Resolución 1567	700,00	8400,00
Seguro de vida por pago de 200h de trabajo	640,00	7680,00
Seguro de sereno (2% del sueldo)	1253,36	15040,34
ART - Monto fijo (6%)	0,6	7,2

TOTAL	**31127,54**

	$/año	**$/hora**	**horas/año**	**Incidencia**
Oficial especializado	31127,54	$ 4.741,00	1742,4	0,38%
Oficial	31127,54	$ 4.056,00	1742,4	0,44%
Medio oficial	31127,54	$ 3.748,00	1742,4	0,48%
Ayudante	31127,54	$ 3.450,00	1742,4	0,52%

Total, de incidencias porcentuales:

Rango	**Días no trabajados**	**Pagos adicionales**	**Aportes patrón**	**ART - Variable**	**Seguros de vida**	**TOTAL**
Oficial especializado	29,11%	37,75%	39,99%	11,62%	0,38%	118,85%
Oficial	29,11%	37,75%	39,99%	11,62%	0,44%	118,91%

Rango	Días no trabajados	Pagos adicionales	Aportes patrón	ART - Variable	Seguros de vida	TOTAL
Medio oficial	29,11%	37,75%	39,99%	11,62%	0,48%	118,95%
Ayudante	29,11%	37,75%	39,99%	11,62%	0,52%	118,99%

Planilla de mano de obra:

	A	B=A*1,6	C=A+B
Rango	**Costo por hora**	**Asistencia 16%**	**Subtotal**
Oficial especializado	$ 4.741,00	$ 758,56	$ 5.499,56
Oficial	$ 4.056,00	$ 648,96	$ 4.704,96
Medio oficial	$ 3.748,00	$ 599,68	$ 4.347,68
Ayudante	$ 3.450,00	$ 552,00	$ 4.002,00

D	E=DxC	F=C+E	G=F*8hs/dia	H=F+G
Sobrecargo		**Subtotal por hora**	**Monto s/ decreto**	**TOTAL por hora**
Porcentaje	**Monto**			
118,91%	$ 6.539,64	$ 12.039,20	$ 0,00	$ 12.039,20
118,91%	$ 5.594,76	$ 10.299,72	$ 0,00	$ 10.299,72
118,91%	$ 5.169,91	$ 9.517,59	$ 0,00	$ 9.517,59
118,91%	$ 4.758,86	$ 8.760,86	$ 0,00	$ 8.760,86

Planilla N°4: Planilla de materiales

Material	Cantidad Comercial	Un.	Precio	Distancia en Km	Cantidad trasportada	Costo	Precio sin IVA	Costo unitario	Puesto en obra
OFICIAL ESPECIALIZADO									$12.039,20
OFICIAL	-	-	-	-		-	-	-	$10.299,72
MEDIO OFICIAL	-	-	-	-		-	-	-	$9.517,59
AYUDANTE	-	-	-	-		-	-	-	$8.760,86
Lona	1	m2	$24.215,47				$24.215,47	$24.215,47	$24.215,47
Bastidores de madera	1	m	$13.524,95				$11.177,64	$11.177,64	$11.177,64
Tirante de 3" * 6"	1	m	$13.524,95				$11.177,64	$11.177,64	$11.177,64
Impregnante para madera - Cetol	1	lts	$25.366,25				$20.963,84	$20.963,84	$20.963,84
Tejido romboidal 15x15	1	Un.	$102.245,50				$84.500,41	$84.500,41	$84.500,41
Postes de madera	2,5	m	$7.526,25				$6.220,04	$2.488,02	$2.488,02
Oficinas	1	Un.	$11.215.504,02				$9.269.011,59	$9.269.011,59	$9.269.011,59
Módulo sanitario	1	Un.	$669.000,00				$552.892,56	$552.892,56	$552.892,56
Casilla	1	Un.	$526.001,25				$434.711,78	$434.711,78	$434.711,78
Depósito	1	Un.	$3.161.314,90				$2.612.656,94	$2.612.656,94	$2.612.656,94
Platea 4,8x5,91x0,35	1	Un.	$1.810.639,12				$1.496.395,97	$1.496.395,97	$1.496.395,97
Elementos varios para replanteo	1	Lte.	$195.125,00				$161.260,33	$161.260,33	$161.260,33
Hormigón H-20	1	m3	$161.268,86				$133.280,05	$133.280,05	$133.280,05
Madera para encofrado	1	m2	$10.904,70				$9.012,15	$9.012,15	$9.012,15
Ravioles	1	Un.	$89,20				$73,72	$73,72	$73,72
Malla Ø6 15x15 AM500 2,4x6,0m	1	Un.	$88.196,50				$72.889,67	$72.889,67	$72.889,67
Film de polietileno de 200 micrones	50	m	$62.612,83				$51.746,14	$1.034,92	$1.034,92
Hierro ADN-420 Ø8	12	m	$20.812,26				$17.200,21	$1.433,35	$1.433,35
Hierro ADN-420 Ø6	12	m	$11.746,53				$11.746,53	$978,88	$978,88
Retroexcavadora c/Pala frontal	1	hs	$94.515,33				$94.515,33	$94.515,33	$94.515,33
Camion volcador	1	hs	$52.844,00				$52.844,00	$52.844,00	$52.844,00
Motoniveladora	1	hs	$106.304,35				$106.304,35	$106.304,35	$106.304,35
Modulo de planta potabilizadora compacta de 23,16 m3/h	1	Un.	$166.470.083,77				$137.578.581,63	$137.578.581,63	$137.578.581,63
Herramientas para excavación	1	gl.	$61.655,04				$50.954,58	$50.954,58	$50.954,58
Vibro apisonador tipo WACKER	1	hs	$7.359,00				$7.359,00	$7.359,00	$7.359,00
Caño Clase 6 - PVC Ø63	6	m	$58.060,28				$47.983,70	$7.997,28	$7.997,28
Pegamento PVC - Losung	1	Un.	$39.613,72				$32.738,61	$32.738,61	$32.738,61
Cinta Azul	100	ml	$71.360,00				$58.975,21	$589,75	$589,75
Ramal T - PVC	1	Un.	$4.384,18				$3.623,29	$3.623,29	$3.623,29
Herramientas menores	1	gl	$61.655,04				$61.655,04	$61.655,04	$61.655,04
Tablero de control y comando	1	Un.	$7.720.682,84				$7.720.682,84	$7.720.682,84	$7.720.682,84
Electrobombas sumerfigle tipo Flygt	1	Un.					$0,00	$0,00	$0,00
Electrobomba centrifuga elev. Tanque	1	Un.					$0,00	$0,00	$0,00
Electrobomba centrifuga imp. Barros	1	Un.					$0,00	$0,00	$0,00
Tanques de dilución (250 lts)	1	Un.	$281.582,10				$232.712,48	$232.712,48	$232.712,48
Bomba dosificadora de 1 lt/h	1	Un.	$211.850,00				$175.082,64	$175.082,64	$175.082,64
Bomba dosificadora de 7 lt/h	1	Un.	$708.582,50				$585.605,37	$585.605,37	$585.605,37
Casilla para alojamiento de tanques y tablero	1	Un.	$12.117.262,50	63,5	3,8	$212.283,68	$10.014.266,53	$10.014.266,53	$10.226.550,20
Cisterna de PRFV - 21.000 lts	1	Un.	$9.187.107,05				$7.592.650,45	$7.592.650,45	$7.592.650,45
Hormigonera 300 lts	1	Un.	$50.175,00				$50.175,00	$50.175,00	$50.175,00
Arena	1	m3	$30.662,50				$25.340,91	$25.340,91	$25.340,91
Electrobomba sumergible FLYGT NP – 3102 – LT	1	Un.	$10.374.039,37				$8.573.586,25	$8.573.586,25	$8.573.586,25

Material	Cantidad Comercial	Un.	Precio	Distancia en Km	Cantidad trasportada	Costo	Precio sin IVA	Costo unitario	Puesto en obra
Cruce Cruz - PVC Ø63	1	Un.	$18.348,44				$15.164,00	$15.164,00	$15.164,00
Valvula red de agua potable	1	Un.	$350.737,78				$289.865,93	$289.865,93	$289.865,93
Bomba sumergible Flygt 3171-N-SH-270	1	Un.	$14.368.111,89				$14.368.111,89	$14.368.111,89	$14.368.111,89
Electrobomba centrifuga elev. Tanque 7HP - 60 m3/h	1	Un.	$1.771.976,96				$1.464.443,76	$1.464.443,76	$1.464.443,76
BOMBA CENTRIFUGA ALTO CAUDAL AC 150B2 - 2 HP - 22 MTS	1	Un.	$630.916,51				$521.418,60	$521.418,60	$521.418,60
Tablero electrico	1	Un.	$5.594.697,71				$5.594.697,71	$5.594.697,71	$5.594.697,71
Agitadores para tanques de dilución y dosificación	1	Un.	$671.363,72				$554.846,05	$554.846,05	$554.846,05
Válvula de compuerta Ø63	1	Un.	$182.101,80				$150.497,36	$150.497,36	$150.497,36
Válvula de retención Ø75 - FF	1	Un.	$240.278,85				$198.577,56	$198.577,56	$198.577,56
Medidor domiciliario Ø 3/4"	1	Un.	$62.233,73				$51.432,83	$51.432,83	$51.432,83
Tapa de cámara de desagüe - F.F	1	Un.	$105.925,00				$87.541,32	$87.541,32	$87.541,32
Llave maestra Ø 3/4"	1	Un.	$43.485,00				$35.938,02	$35.938,02	$35.938,02
Manguera polipropileno Ø 3/4"	100	m	$65.149,45				$53.842,52	$538,43	$538,43
Hormigón H-30	1	m3	$175.177,65				$144.774,92	$144.774,92	$144.774,92
Caño K6 - PVC Ø75	6	m	$66.980,28				$55.355,60	$9.225,93	$9.225,93
Caño K6 - PVC Ø100	6	m	$70.420,75				$58.198,97	$9.699,83	$9.699,83
Válvula de compuerta Ø100	1	Un.	$371.319,20				$306.875,37	$306.875,37	$306.875,37
Válvula de compuerta Ø150	1	Un.	$1.062.879,82				$878.413,07	$878.413,07	$878.413,07
Válvula de aire Ø63mm FF - marca Ventex	1	Un.	$505.888,52				$418.089,69	$418.089,69	$418.089,69
Codo PVC 90° Ø100	1	Un.	$24.385,00				$20.152,89	$20.152,89	$20.152,89
Codo PVC 90° Ø150	1	Un.	$36.577,79				$30.229,58	$30.229,58	$30.229,58
Caudalimetro Medidor De Agua Ø100 Bridado, Tipo Woltman 4	1	Un.	$923.544,00				$763.259,50	$763.259,50	$763.259,50
Valvula reguladora de caudal Ø75	1	Un.	$278.523,87				$230.185,02	$230.185,02	$230.185,02
Válvula de retención Ø63 - FF	1	Un.	$222.319,91				$183.735,46	$183.735,46	$183.735,46
Válvula gate (Marca Saint Gobain) Ø63 mm	1	Un.	$325.958,04				$269.386,81	$269.386,81	$269.386,81
Curva PVC a 45° Ø100mm	1	Un.	$31.932,70				$26.390,66	$26.390,66	$26.390,66

Planilla N°5: Gastos Generales

ITEM	DESCRIPCIÓN	U	CANTIDAD		VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
			DESCR	UNIDAD	S/. / u	S/.
A.1	**GASTOS QUE DEPENDEN DEL PLAZO DE OBRA**					
A.1.01	**Personal técnico, administrativo y oficina central**					**$ 82.435.198,12**
A.1.01.a	Representante Ténico (Ingeniero)	mes	0,5	10	$ 2.144.516,00	$ 10.722.580,00
A.1.01.b	Jefe de Obra	mes	1	9	$ 2.118.898,71	$ 19.070.088,37
A.1.01.c	Responsable de Serv. De Higiene y Seguridad	mes	1	9	$ 267.118,47	$ 2.404.066,23
A.1.01.d	Capataz general	mes	1	9	$ 1.812.751,14	$ 16.314.760,27
A.1.01.e	Medio oficial	mes	1	9	$ 1.675.096,47	$ 15.075.868,21
A.1.01.f	Sereno en la semana	mes	1	5	$ 1.311.223,20	$ 6.556.116,00
A.1.01.g	Sereno en fin de semana	mes	0,4	9	$ 1.311.223,20	$ 4.720.403,52
A.1.01.h	Pañolero	mes	1	9	$ 800.178,89	$ 7.201.610,01
A.1.01.i	Gastos de librería	mes	1	9	$ 41.078,39	$ 369.705,51
A.1.02	**Servicios**					**$ 1.157.826,14**
A.1.02.a	Telefonia y comunicación	mes	1	9	$ 55.189,77	$ 496.707,92
A.1.02.b	Energía Eléctrica	mes	1	9	$ 73.457,58	$ 661.118,22
A.1.03	**Gastos operativos**					**$ 353.417,36**
A.1.03.a	Botiquin de primeros auxilios	unidad	0,25	9	$ 47.517,36	$ 106.914,05
A.1.03.b	Elementos de limpieza personal	unidad	0,5	9	$ 54.778,51	$ 246.503,31
A.1.04	**Movilidad y estadía**					**$ 3.065.184,45**
A.1.04.a	Viaticos, pasajes y peajes	mes	1	9	$ 340.576,05	$ 3.065.184,45
A.1.05	**Costos de móviles asignados a la obra**					**$ 10.757.265,34**
A.1.05.a	Camioneta Pick Up Doble Cabina 4 x 4	mes	0,2	1	$ 48.677.685,95	$ 9.735.537,19
A.1.05.b	Camioneta Pick Up Doble Cabina 4 x 4 - Mantenimiento	mes	1	9	$ 113.525,35	$ 1.021.728,15
A.2	**GASTOS QUE NO DEPENDEN DEL PLAZO DE OBRA**					
A.2.01	**Materiales y otros**					**$ 3.797.330,24**
A.2.01.a	Silla	unidad	0,25	7,00	$ 24.655,65	$ 43.147,38
A.2.01.b	Escritorio	unidad	0,25	2,00	$ 71.174,38	$ 35.587,19
A.2.01.c	Carretilla	unidad	0,25	6,00	$ 57.653,72	$ 86.480,58
A.2.01.d	Hormigonera	unidad	0,25	2,00	$ 177.685,95	$ 88.842,98
A.2.01.e	Nivel de mano	unidad	0,20	5,00	$ 25.363,64	$ 25.363,64
A.2.01.f	Plomada albañil	unidad	0,25	5,00	$ 4.545,45	$ 5.681,82
A.2.01.g	Escuadra	unidad	0,20	5,00	$ 32.479,34	$ 32.479,34
A.2.01.h	Pala	unidad	0,25	10,00	$ 22.595,04	$ 56.487,60
A.2.01.i	Fratacho	unidad	0,50	5,00	$ 2.314,05	$ 5.785,12
A.2.01.j	Reglas	unidad	0,20	5,00	$ 1.798,35	$ 1.798,35
A.2.01.k	Lapiz Carpintero	unidad	1,00	10,00	$ 2.239,67	$ 22.396,69
A.2.01.l	Juego de destornillador Punta plana y PHILLIPS	unidad	0,20	8,00	$ 34.900,00	$ 55.840,00
A.2.01.m	Termofusora	unidad	0,20	6,00	$ 77.024,79	$ 92.429,75
A.2.01.n	Manguera Cristal Transparente 15/18 Pvc Rollo 25 M	unidad	0,20	3,00	$ 24.876,03	$ 14.925,62
A.2.01.ñ	Ropa de trabajo y elementos de seguridad p/personal	unidad	1,00	20,00	$ 45.041,32	$ 900.826,45
A.2.01.o	Alargues	unidad	0,25	15,00	$ 12.396,69	$ 46.487,60
A.2.01.p	Cinta métrica	unidad	0,20	10,00	$ 9.504,13	$ 19.008,26
A.2.01.q	Vibrador de Hormigón	unidad	0,20	2,00	$ 285.123,97	$ 114.049,59
A.2.01.r	Cepillo manual	unidad	1,00	5,00	$ 8.545,45	$ 42.727,27
A.2.01.s	Martillos	unidad	0,20	10,00	$ 16.115,70	$ 32.231,40
A.2.01.t	Cortafierro	unidad	0,25	10,00	$ 11.983,47	$ 29.958,68
A.2.01.u	Combo Balde + Guantes Moteados + Cuchara Albañil 7 Pulgadas	unidad	0,50	10,00	$ 14.462,81	$ 72.314,05
A.2.01.v	Tenaza de armador	unidad	0,20	10,00	$ 16.074,38	$ 32.148,76
A.2.01.x	Cizalla manual para cortar hierro en obra	unidad	0,20	2,00	$ 177.685,95	$ 71.074,38

ITEM	DESCRIPCIÓN	U	CANTIDAD		VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
			DESCR	UNIDAD	S/. / u	S/.
A.2.01.w	Sierra de mano	unidad	0,25	5,00	$ 10.247,93	$ 12.809,92
A.2.01.y	Serrucho	unidad	0,50	5,00	$ 19.338,84	$ 48.347,11
A.2.01.z	Llave Inglesa	unidad	0,25	10,00	$ 17.520,66	$ 43.801,65
A.2.01.aa	Dobladora de fierro	unidad	0,20	2,00	$ 34.049,59	$ 13.619,83
A.2.01.ab	Cortaperno	unidad	0,25	7,00	$ 12.892,56	$ 22.561,98
A.2.01.ac	Matafuego de 5 kg	unidad	1,00	4,00	$ 66.942,00	$ 267.768,00
A.2.01.ad	Amoladora Angular (DWE4120 - 900 w)	unidad	0,30	5,00	$ 122.314,00	$ 183.471,00
A.2.01.ae	Discos de corte para amoladora angular	unidad	1,00	5,00	$ 27.273,00	$ 136.365,00
A.2.01.af	Juego de llaves allen	unidad	0,20	5,00	$ 18.182,00	$ 18.182,00
A.2.01.ag	Brocha	unidad	0,20	8,00	$ 5.372,00	$ 8.595,20
A.2.01.ah	Pinceles N°10	unidad	0,20	8,00	$ 2.500,00	$ 4.000,00
A.2.01 ai	Generador portatil Dogo EC6500AE	unidad	0,20	2,00	$ 1.250.000,00	$ 500.000,00
A.2.01 aj	Hormigonera 300 LTs	unidad	0,20	1,00	$ 3.048.680,17	$ 609.736,03
A.2.02	**Provisiones para la inspección**					**$ 5.146.800,00**
A.2.02.a	Computadora	unidad	1,00	3,00	$ 1.124.000,00	$ 3.372.000,00
A.2.02.b	Monitor 22'	unidad	1,00	3,00	$ 200.100,00	$ 600.300,00
A.2.02.c	Aire Acondicionado BGH - Frio calor	unidad	1,00	1,00	$ 976.000,00	$ 976.000,00
A.2.02.d	Impresora	unidad	1,00	1,00	$ 198.500,00	$ 198.500,00
A.2.03	**Equipos técnicos específicos**					**$ 3.661.000,00**
A.2.03.a	Elementos básicos de Topografia y topografo	unidad	1,00	1,00	$ 3.661.000,00	$ 3.661.000,00
A.2.04	**ESTUDIOS Y ENSAYOS**					**$ 467.551,00**
A.2.04.a	Estudio de suelos	unidad	1,00	1,00	$ 313.000,00	$ 313.000,00
A.2.04.b	Ensayo de compresion simple	unidad	5,00	1,00	$ 30.910,20	$ 154.551,00
A3	**GASTOS PUNTUALES U OCACIONALES**					
A.3.01	**Documentaciones varias**					**$ 14.867.696,85**
A.3.01.a	Sellado de contrato de obra y varios	mes	1,00	1,00	$ 3.672.878,98	$ 3.672.878,98
A.3.01.b	Poliza caucion para garantia de ejecuion	mes	1,00	1,00	$ 200.338,85	$ 200.338,85
A.3.01.c	Seguros tecnicos de equipo	mes	1,00	1,00	$ 5.048.539,11	$ 5.048.539,11
A.3.01.d	Seguros por devolucion de fondos de reparo	mes	1,00	1,00	$ 3.071.862,42	$ 3.071.862,42
A.3.01.e	Compra de pliego	mes	1,00	1,00	$ 2.874.077,49	$ 2.874.077,49
A.4	**GASTOS IMPOSITIVOS**					
A.4.01	**Gastos impositivos**					**$ 33.376.231,25**
A.04.01.a	Tasa Inspección Sanitaria, Higiene, Profilaxis y Seguridad		1,44%	-	$ 659.393.156,88	$ 9.495.261,46
A.04.01.b	Garantía de Mantenimiento de Oferta 2.8% c/3meses (del 1% del PO)		2,80%	1,000	$ 7.978.657,20	$ 223.402,40
A.04.01.c	Garantía de ejecución de contrato 1.4% c/3meses hasta R.P(del 5% del contrato)		1,40%	3,000	$ 39.893.285,99	$ 1.675.518,01
A.04.01.d	Fondo de reparo 2.8% c/3meses hasta R.D(del 5% de contrato)		2,80%	3,000	$ 39.893.285,99	$ 3.351.036,02
A.04.01.e	Responsabilidad Civil 3.45% x 1(del 5% del contrato)		3,45%	1,000	$ 424.396.659,48	$ 14.641.684,75
A.04.01.f	Sellado 0.5%(de monto de contrato)		0,50%	-	$ 797.865.719,83	$ 3.989.328,60
TOTAL GASTOS GENERALES						**$ 159.085.500,73**
COSTO DIRECTO						**$ 424.396.659,48**
PORCENTAJE DE GASTOS GENERALES						**37,49%**

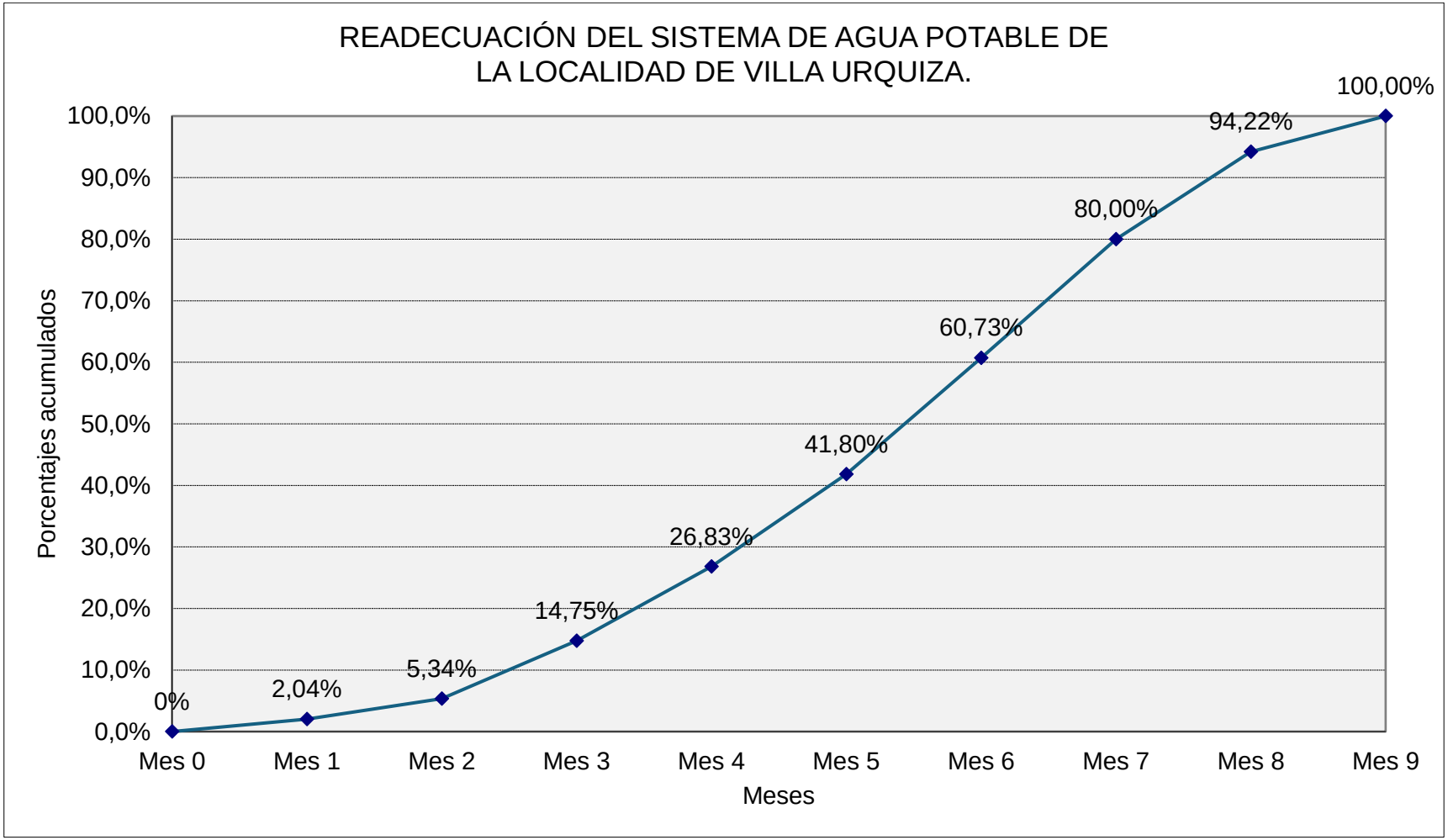
Planilla N°6: Coeficiente K

CÁLCULO DEL COEFICIENTE RESUMEN (FACTOR K)	
MES BASE: DICIEMBRE 2024	
PLAZO: 9 MESES.	
COSTO COSTO	1,00
GASTOS GENERALES	37,49%
	0,37
SUBTOTAL I	1,37
BENEFICIO	10,00%
	0,14
SUBTOTAL II	1,51
Ingresos Brutos (IBB)	2,50%
	0,04
SUBTOTAL II	1,55
IVA	21,00%
	0,33
COEFICIENTE RESUMEN (FACTOR K)	1,876

Planilla N°7: Presupuesto

ITEMS	DESIGNACIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO ITEM	PRECIO ITEM	PRECIO RUBRO	INC.
1	Trabajos preliminares						$ 46.567.890,19	5,85%
1.1	Limpieza del terreno, nivelación, cartel de obra, replanteo, vallado, etc.	Gl	1,00	$ 24.827.272,79	$ 24.827.272,79	$ 46.567.890,19		5,85%
2	Estructuras de H°A°						$ 29.808.964,73	3,74%
2.1	Platea de H°A° calidad H30 - Esp.= 35 cm, para asiento Módulo B Pta. Potabilizadora y Almacenamiento	m3	42,07	$ 356.176,23	$ 14.984.333,92	$ 28.105.737,70		3,53%
2.2	Cámara de desagüe de H°A° calidad H30	m3	3,36	$ 270.256,23	$ 908.060,94	$ 1.703.227,03		0,21%
3	Sistema de potabilización y almacenamiento						$ 277.239.405,73	34,83%
3.1	Provisión y Montaje Módulo B Pta. Potabilizadora Compacta Q=23,16m3/h y Cisterna 21.000lts	Gl	1,00	$ 147.807.820,46	$ 147.807.820,46	$ 277.239.405,73		34,83%
4	Ampliación y/o sustitución de cañeria de distribución						$ 249.903.424,28	31,39%
4.1	Excavación, Relleno y Compactación de Zanjas	m3	2217,53	$ 25.394,89	$ 56.313.945,75	$ 105.626.649,55		13,27%
4.2	Base de Asiento de Arena esp.=10cm y lateral cañería	m3	313,01	$ 12.741,95	$ 3.988.365,34	$ 7.480.876,41		0,94%
4.3	Provisión y Tendido - Cañería Dn PVC - diám.= 63 mm - K6	m	4714,33	$ 13.988,66	$ 65.947.156,98	$ 123.695.421,22		15,54%
4.4	Provisión y Tendido - Cañería Dn PVC - diám.= 75 mm - K6	m	46,97	$ 47.841,98	$ 2.247.137,86	$ 4.214.899,88		0,53%
4.5	Provisión y Tendido - Cañería Dn PVC - diám.= 100 mm - K6	m	23,47	$ 40.685,20	$ 954.881,73	$ 1.791.047,61		0,22%
4.6	Conexiones domiciliarias Tipo	Un	32,00	$ 118.199,62	$ 3.782.387,85	$ 7.094.529,62		0,89%
5	Adecuaciónes de tableros electricos, de comando y control						$ 25.810.267,48	3,24%
5.1	Sector Muelle de Toma							0,00%
5.1.1	Adecuación Tablero Control de Bombas en Paralelo	Gl	1,00	$ 7.943.254,36	$ 7.943.254,36	$ 14.898.962,12		1,87%
5.2	Sector Planta de Tratamiento							0,00%
5.2.1	Provisión e Instalación Tablero Módulo B Pta. Potabilizadora	Gl	1,00	$ 5.817.269,23	$ 5.817.269,23	$ 10.911.305,36		1,37%
6	Provisión y Montaje de Electrobombas						$ 96.294.287,63	12,10%
6.1	Bombas Sumergibles para Agua Cruda, Q= 12 l/s H= 75 m; incluye Motor	Un	3,00	$ 14.590.683,40	$ 43.772.050,20	$ 82.102.132,00		10,31%
6.2	Electrobombas Centrífugas para elevar a Tanque Almacenamiento, Q= 30 m3/h H= 22 m	Gl	1,00	$ 743.990,12	$ 743.990,12	$ 1.395.483,52		0,18%
6.3	Electrobombas Sumergibles para impulsión de barros, Q= 3,6 m3/h, H= 10 m	Gl	1,00	$ 6.078.446,29	$ 6.078.446,29	$ 11.401.188,59		1,43%
6.4	Electrobombas Centrífugas para impulsión a Cisterna, Electrobombas para elevar a Tanque Almacenamiento, Q= 30 m3/h H= 22 m	Gl	1,00	$ 743.990,12	$ 743.990,12	$ 1.395.483,52		0,18%
7	Provisión y Montaje de Equipamiento y Accesorios						$ 70.405.884,09	8,84%
7.1	Sistema de Dosificación PAC. Incluye bombas dosificadoras, válvulas y tanques de almacenaje	Gl	1,00	$ 14.081.425,25	$ 14.081.425,25	$ 26.412.174,64		3,32%
7.2	Válvulas de Accionamiento para Compuertas. Accionamiento manual (diám.= 63 mm; 100 mm; 150 mm)	Gl	1,00	$ 4.994.495,61	$ 4.994.495,61	$ 9.368.049,62		1,18%
7.3	Válvulas de retención (FF), (diám.= 63 mm; diám.= 75mm)	Gl	1,00	$ 778.536,77	$ 778.536,77	$ 1.460.281,81		0,18%
7.4	Accesorio Cruce Cruz - PVC, diám.= 63 mm	Un	28,00	$ 42.985,44	$ 1.203.592,31	$ 2.257.547,77		0,28%
7.5	Tapa de cámara de desagüe - F.F	Un	1,00	$ 93.105,61	$ 93.105,61	$ 174.635,85		0,02%
7.6	Válvula de aire (FF), diám. = 63 mm	Un	5,00	$ 1.686.269,46	$ 8.431.347,32	$ 15.814.465,79		1,99%
7.7	Codo PVC a 90°, diám.= 100 mm	Un	3,00	$ 34.063,61	$ 102.190,84	$ 191.676,78		0,02%
7.8	Codo PVC a 90°, diám.= 150 mm	Un	1,00	$ 44.140,30	$ 44.140,30	$ 82.792,85		0,01%
7.9	Curva PVC a 45°, diám.= 100mm	Un	4,00	$ 40.301,38	$ 161.205,52	$ 302.369,14		0,04%
7.10	Caudalímetro, diám.= 100mm	Un	1,00	$ 786.700,51	$ 786.700,51	$ 1.475.594,34		0,19%
7.11	Válvula reguladora de caudal, diám.= 75mm	Un	1,00	$ 253.626,03	$ 253.626,03	$ 475.719,95		0,06%
7.12	Válvula de Purga (FF), diám.= 63mm	Un	6,00	$ 1.100.988,25	$ 6.605.929,50	$ 12.390.575,57		1,56%
				Costo:	**$ 424.396.659,48**	**Precio:**	**$ 796.030.124,13**	
				K =	**1,876**	**Mes base**	**ABRIL 2025.**	

Esquema N°1: Curva de Inversión



Planilla N°8: Plan de trabajo

RUBROS	DESIGNACIÓN	MONTO	INCIDENCIA	AVANCE PORCENTAL POR MES								
				Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9
				30	60	90	120	150	180	210	240	270
1	Trabajos preliminares	$ 46.567.890,19	5,85%	15,00%	20,00%	20,00%	20,00%	15,00%	10,00%			
				0,88%	1,17%	1,17%	1,17%	0,88%	0,59%			
2	Estructuras de H°A°	$ 29.808.964,73	3,74%	10,00%	15,00%	20,00%	20,00%	20,00%	15,00%			
				0,37%	0,56%	0,75%	0,75%	0,75%	0,56%			
3	Sistema de potabilización y almacenamiento	$ 277.239.405,73	34,83%			8,00%	12,00%	15,00%	20,00%	20,00%	20,00%	5,00%
						2,79%	4,18%	5,22%	6,97%	6,97%	6,97%	1,74%
4	Ampliación y/o sustitución de cañeria de distribución	$ 249.903.424,28	31,39%	2,50%	5,00%	15,00%	17,50%	17,50%	17,50%	17,50%	5,00%	2,50%
				0,78%	1,57%	4,71%	5,49%	5,49%	5,49%	5,49%	1,57%	0,78%
5	Adecuaciónes de tableros electricos, de comando y control	$ 25.810.267,48	3,24%				15,00%	25,00%	30,00%	30,00%		
							0,49%	0,81%	0,97%	0,97%		
6	Provisión y Montaje de Electrobombas	$ 96.294.287,63	12,10%					15,00%	25,00%	30,00%	25,00%	5,00%
								1,81%	3,02%	3,63%	3,02%	0,60%
7	Provisión y Montaje de Equipamiento y Accesorios	$ 70.405.884,09	8,84%						15,00%	25,00%	30,00%	30,00%
									1,33%	2,21%	2,65%	2,65%
Avance financiero ($)		Parcial		$ 16.213.665,61	$ 26.280.093,96	$ 74.940.037,09	$ 96.148.739,04	$ 119.162.696,60	$ 150.686.648,89	$ 153.413.817,95	$ 113.138.389,49	$ 46.046.035,50
		Acumulado		$ 16.213.665,61	$ 42.493.759,57	$ 117.433.796,66	$ 213.582.535,70	$ 332.745.232,30	$ 483.431.881,18	$ 636.845.699,13	$ 749.984.088,63	$ 796.030.124,13
Avance fisico ($)		Parcial		2,04%	3,30%	9,41%	12,08%	14,97%	18,93%	19,27%	14,21%	5,78%
		Acumulado		2,04%	5,34%	14,75%	26,83%	41,80%	60,73%	80,00%	94,22%	100,00%

Memoria técnica N°1: Pliego de especificaciones técnicas

Pliego de Especificaciones Técnicas

Obra: READECUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE

LA LOCALIDAD DE VILLA URQUIZA.

1. Trabajos Preliminares

1.1 Limpieza del terreno, nivelación, cartel de obra, replanteo, vallado, etc.

- **Alcance**:
  - Los trabajos incluirán la limpieza del terreno de escombros, vegetación, residuos y otros materiales que interfieran con la ejecución de las obras.
  - Nivelación en según proyecto topográfico (niveles ajustados en campo según el relevamiento el modelo digital de elevación), utilizando equipos como niveles automáticos y estaciones totales, a fines de aumentar la precisión.
  - Instalación del cartel de obra conforme a la normativa local y visible al público, con materiales resistentes a la intemperie.
  - Replanteo del área con instrumentos topográficos certificados, incluyendo la verificación de referencias y cotas.
  - Vallado perimetral con materiales resistentes como malla metálica galvanizada (tejido romboidal), garantizando seguridad y delimitación de obra.
- **Normativa aplicable**:
  - Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo (Ley 19.587 y decretos reglamentarios).
  - IRAM 11656 para señalización de seguridad.
- **Control y aceptación**:
  - Inspección visual de limpieza y nivelación.
  - Verificación topográfica de cotas.
  - Supervisión de la correcta ubicación del vallado y cartel.
- **Cuidados según Decreto 351/79**:
  - Garantizar la capacitación del personal para el uso de maquinaria y herramientas.
  - Uso obligatorio de equipos de protección personal (EPP) para prevenir accidentes durante las tareas de limpieza y nivelación.
  - Señalizar adecuadamente las zonas de trabajo para evitar el ingreso de personal no autorizado.

2. Estructuras de H° A°

2.1 Platea de H°A° calidad H30 - Esp.= 35 cm, para asiento Módulo B Pta. Potabilizadora y Almacenamiento.

- **Alcance**:
    - Se construirá una platea de hormigón armado H30 de al menos 35 cm de espesor. El hormigón será de resistencia mínima a la compresión de f'c=30 MPa y se cumplirá con los requisitos de durabilidad para ambientes húmedos. Se deberán considerar refuerzos con barras de acero de Ø8 mm y Ø6 mm, conforme al CIRSOC 201, con un recubrimiento mínimo de 5 cm.
    - Acabado superficial uniforme y libre de fisuras, empleando reglas vibratorias y curado húmedo continuo durante 7 días.
- **Normativa aplicable**:
    - Reglamento CIRSOC 201 para diseño de estructuras de hormigón armado.
    - Se realizarán pruebas de resistencia del hormigón mediante probetas según IRAM 1666
- **Control y aceptación**:
    - Revisión del armado previo al hormigonado.
    - Ensayos de compresión en laboratorio.
    - Certificación de espesores y alineación.
- **Cuidados según Decreto 351/79**:
    - Proveer equipos de protección auditiva y respiratoria en caso de uso de herramientas vibratorias o que generen polvo.
    - Delimitar claramente la zona de trabajo del hormigonado para evitar el ingreso de personas no autorizadas.
    - Asegurar condiciones de estabilidad en los encofrados para prevenir accidentes por colapsos.

3. Sistema de Potabilización y Almacenamiento

3.1 Provisión y Montaje Módulo B Pta. Potabilizadora Compacta Q=28,55m3/h y Cisterna 21.000lts

- **Alcance**:
    - Se instalará un nuevo módulo compacto diseñado para el tratamiento de agua potable conforme a las guías de ENOHSA. El sistema incluirá procesos de coagulación, floculación, sedimentación y desinfección. Dicho modulo cuenta compacta cuenta con una capacidad de tratamiento de 28,55 m³/h. Se deberá verificar su correcto anclaje y alineación.

- Instalación de cisterna de PRFV de 21.000 lts, incluyendo sistemas de ventilación y acceso seguro. La misma deberá ser resistente a la corrosión y contar con certificación sanitaria.
- Conexionado de tuberías de entrada y salida de cada módulo y almacenamiento.
- Realización de pruebas hidráulicas y de calidad de agua según los parámetros establecidos por el Código Alimentario Argentino.

- **Normativa aplicable**:
  - IRAM 13417 para tanques de almacenamiento.
  - Código Alimentario Argentino (Art. 982).
- **Control y aceptación**:
  - Inspección del montaje y conexión.
  - Verificación de estanqueidad con pruebas a 1,5 veces la presión de operación.
  - Pruebas de operación según parámetros de calidad.
- **Cuidados según Decreto 351/79**:
  - Uso de elementos de elevación certificados para el montaje de equipos pesados.
  - Inspección previa de los puntos de anclaje para evitar riesgos de colapsos.
  - Proveer arneses y líneas de vida para trabajos en altura durante la instalación del módulo y cisterna.

4. Ampliación y/o Sustitución de Cañería de Distribución

4.1 Excavación, Relleno y Compactación de Zanjas

- **Alcance**:
  - Se realizarán excavaciones de profundidad suficiente para alojar las cañerías, con relleno compactado al 95% Proctor modificado. Dichas excavaciones serán manuales y mecánicas con retroexcavadora, garantizando una profundidad mínima de 1,0 m según especificaciones del diseño y tapadas de cañerias.
  - Cuando la excavación supere los 2,0 m de profundidad se deberán construir taludes (con inclinación según el tipo de suelo) o tablestacados de contención, conforme a lo establecido en la Resolución SRT 503/2014 (Cap. 23: Trabajos en Excavaciones).
  - Relleno y compactación con compactación al 95% Proctor, empleando apisonadores vibratorios en capas no mayores a 20 cm.
- **Normativa aplicable**:
  - IRAM 11650 para técnicas de compactación.

- Resolución SRT 503/2014 (Seguridad en excavaciones):
  - Estabilidad de paredes (Art. 23.4).
  - Protecciones contra derrumbes (Art. 23.5: taludes, entibaciones o tablestacas).
  - Señalización y acceso seguro (Art. 23.6).
- • Decreto 351/79 (Higiene y Seguridad): Análisis de riesgos previos.

- **Control y aceptación**:
  - Inspección de profundidad, estabilidad de paredes y compactación.
  - Pruebas de densidad in situ con equipos nucleares o método del cono de arena.
  - Verificación de protecciones en excavaciones para profundidades mayores a 2,0 m (taludes/tablestacas).
- **Medidas de seguridad**:
  - Realizar un análisis previo del terreno para identificar posibles riesgos como derrumbes.
  - Realizar taludes con Angulo mayores a 45° (según estudio de suelos) (suelos cohesivos) o entibación metálica/hormigón (en caso de suelos sueltos).
  - Señalización perimetral y vías de evacuación.
  - Proveer casco, calzado con puntera de seguridad, guantes al personal que trabaje en zanja y deben estar sujetos con arnés de seguridad y línea de vida (amarrado a puntos fijos ubicados en el exterior de esta) en profundidades mayores a 1,8 m.

4.2 Base de Asiento de Arena esp.=10cm y lateral cañería

- **Alcance**:
  - Se dispondrá de una capa de arena limpia de granulometría controlada como siento de las cañerías para evitar daños mecánicos.

4.3 Provisión y Tendido - Cañería Dn PVC - diám.= 63 mm - K6

- **Alcance**:
  - Instalación de cañerías de PVC de Ø63 mm, con juntas de adhesivo solvente certificado para agua potable.
  - Inspección de la uniformidad del relleno y protección de las cañerías con una base de arena de 10 cm.
- **Control y aceptación**:
  - Pruebas de presión y estanqueidad a 1,5 veces la presión de trabajo durante 2 horas.

- **Cuidados según Decreto 351/79**:
    - Uso de herramientas apropiadas para el manejo y corte de las cañerías, evitando esfuerzos manuales excesivos.
    - Capacitación del personal en la manipulación de adhesivos solventes.
    - Asegurar la disponibilidad de extintores cercanos en caso de inflamabilidad de los materiales.

4.4 Provisión y Tendido - Cañería Dn PVC - diám.= 75 mm - K6

- **Alcance**:
    - Instalación de cañerías de PVC de Ø75 mm, con juntas de adhesivo solvente certificado para agua potable.
    - Inspección de la uniformidad del relleno y protección de las cañerías con una base de arena de 10 cm.
- **Control y aceptación**:
    - Pruebas de presión y estanqueidad a 1,5 veces la presión de trabajo durante 2 horas.
- **Cuidados según Decreto 351/79**:
    - Uso de herramientas apropiadas para el manejo y corte de las cañerías, evitando esfuerzos manuales excesivos.
    - Capacitación del personal en la manipulación de adhesivos solventes.
    - Asegurar la disponibilidad de extintores cercanos en caso de inflamabilidad de los materiales.

4.5 Provisión y Tendido - Cañería Dn PVC - diám.= 100 mm - K6

- **Alcance**:
    - Instalación de cañerías de PVC de Ø100 mm, con juntas de adhesivo solvente certificado para agua potable.
    - Inspección de la uniformidad del relleno y protección de las cañerías con una base de arena de 10 cm.
- **Control y aceptación**:
    - Pruebas de presión y estanqueidad a 1,5 veces la presión de trabajo durante 2 horas.
- **Cuidados según Decreto 351/79**:
    - Uso de herramientas apropiadas para el manejo y corte de las cañerías, evitando esfuerzos manuales excesivos.

- Capacitación del personal en la manipulación de adhesivos solventes.
- Asegurar la disponibilidad de extintores cercanos en caso de inflamabilidad de los materiales.

4.6 Conexiones domiciliarias Tipo

- **Alcance**:
  - Ejecución de acometidas domiciliarias con cañería de polipropileno de ¾", con colocación de caja para llave maestra y caja para medidor en cámaras de H°.
- **Control y aceptación**:
  - Inspección funcional y pruebas de estanqueidad bajo presión.
- **Cuidados según Decreto 351/79**:
  - Garantizar que el área de trabajo esté libre de tránsito vehicular mientras se realizan las acometidas.

5. Adecuaciones de tableros eléctricos, de comando y control

5.1 Sector Muelle de Toma

5.1.1 Adecuación Tablero Control de Bombas en Paralelo

- **Alcance**:
  - Actualización del sistema de control para bombas, incorporando variadores de frecuencia. El tablero eléctrico deberá incorporar sistemas de automatización y protección contra sobrecargas.
  - Las normativas aplicables son las normas IRAM 2311 y los requisitos de ENOHSA para instalaciones electromecánicas.
- **Cuidados según Decreto 351/79**:
  - Realizar trabajos eléctricos con herramientas aisladas y certificadas.
  - Proveer guantes dieléctricos y gafas de protección durante la instalación y pruebas del tablero.
  - Asegurar que todos los circuitos estén desenergizados antes de intervenir en el sistema.

5.2 Sector Planta de Tratamiento

5.2.1 Provisión e Instalación Tablero Módulo B Pta. Potabilizadora

- **Alcance**:
  - Diseño, provisión y montaje del tablero, integrando indicadores de estado y alarmas visuales y sonoras.

- **Cuidados según Decreto 351/79**:
    - Implementar señalización clara para identificar los riesgos eléctricos en el área.
    - Proveer un espacio de trabajo libre de obstáculos alrededor del tablero.

6. Provisión y Montaje de Electrobombas

6.1 Bombas Sumergibles para Agua Cruda, Q= 12 l/s H= 75 m; incluye Motor

- **Alcance**:
    - Instalación de bombas sumergibles según especificaciones de caudal y altura, garantizando el cumplimiento de las curvas características.
- **Control y aceptación**:
    - Pruebas de operación bajo carga máxima.
    - Verificación del consumo eléctrico y eficiencia hidráulica.
- **Cuidados según Decreto 351/79**:
    - Asegurar el correcto aislamiento eléctrico de las conexiones antes de energizar las bombas.
- Descripción: Bombas sumergibles con motor encapsulado y protección IP68. Caudal de diseño acorde a especificaciones hidráulicas.

6.2 Electrobombas Centrífugas para elevar a Tanque Almacenamiento, Q= 30 m3/h H= 22 m

- **Alcance**:
    - Instalación de bombas centrífugas según especificaciones de caudal y altura, garantizando el cumplimiento de las curvas características.
- **Control y aceptación**:
    - Pruebas de operación bajo carga máxima.
    - Verificación del consumo eléctrico y eficiencia hidráulica.
- **Cuidados según Decreto 351/79**:
    - Asegurar el correcto aislamiento eléctrico de las conexiones antes de energizar las bombas.
- Descripción: Bombas horizontales con impulsores en acero inoxidable y motor de alta eficiencia IE3.

6.3 Electrobombas Sumergibles para impulsión de barros, Q= 3,6 m3/h H= 10 m.

- **Alcance**:

- Instalación de bombas sumergibles según especificaciones de caudal y altura, garantizando el cumplimiento de las curvas características.

- **Control y aceptación**:
  - Pruebas de operación bajo carga máxima.
  - Verificación del consumo eléctrico y eficiencia hidráulica.
- **Cuidados según Decreto 351/79**:
  - Asegurar el correcto aislamiento eléctrico de las conexiones antes de energizar las bombas.
- Descripción: Bombas diseñadas para manejar fluidos con sólidos en suspensión, cumpliendo normativa ENOHSA.

6.4 Electrobombas Centrífugas para impulsión a Cisterna, Electrobombas para elevar a Tanque Almacenamiento, Q= 30 m3/h, H= 22 m.

- **Alcance**:
  - Instalación de bombas centrífugas según especificaciones de caudal y altura, garantizando el cumplimiento de las curvas características.
- **Control y aceptación**:
  - Pruebas de operación bajo carga máxima.
  - Verificación del consumo eléctrico y eficiencia hidráulica.
- **Cuidados según Decreto 351/79**:
  - Asegurar el correcto aislamiento eléctrico de las conexiones antes de energizar las bombas.
- Descripción: Especificaciones similares al ítem 6.2, adaptadas a la conducción final hacia cisternas.

7. Provisión y Montaje de Equipamiento y Accesorios.

7.1 Sistema de Dosificación PAC. Incluye bombas dosificadoras, válvulas y tanques de almacenaje.

- **Alcance**:
  - Instalación de equipos de dosificación de productos químicos, incluyendo bombas dosificadoras, tanques de dilución y sistemas de mezclado.
- **Cuidados según Decreto 351/79**:
  - Uso de guantes y gafas de protección durante la manipulación de productos químicos.
  - Capacitación del personal para el manejo seguro de equipos de dosificación.

7.2 Válvulas de Accionamiento para Compuertas. Accionamiento manual (diám.= 63 mm; 100 mm; 150 mm)

- **Alcance**:
    - Instalación de válvulas de compuerta de PVC Ø63 mm; Ø100 mm y Ø150 mm, asegurando su correcto sellado y alineación.

7.3 Válvulas de retención (FF), (diám.= 63 mm; diám.= 75mm)

- **Alcance**:
    - Colocación de válvulas de retención en puntos estratégicos del sistema para prevenir el retroceso del flujo.

7.4 Accesorio Cruce Cruz - PVC, diám.= 63 mm.

- **Alcance**:
    - Instalación de piezas especiales para cruces de tuberías, garantizando la estanqueidad y resistencia mecánica.
- **Cuidados según Decreto 351/79**:
    - Señalización de las áreas de trabajo con sistemas presurizados o de flujo crítico.

7.5 Tapa de cámara de desagüe – F.F.

- **Alcance**:
    - Provisión e instalación de tapa para cámara de desagüe fabricada en fundición, con marco y tapa aptos para el tipo de tránsito según corresponda. Se deberá asegurar el correcto encastre, estanqueidad y resistencia estructural.
- **Cuidados según Decreto 351/79**:
    - Verificación de estabilidad del entorno de trabajo durante la instalación.
    - Uso de guantes y protección ocular al manipular piezas pesadas o con rebabas.

7.6 Válvula de aires (FF), diám.= 63 mm

- **Alcance**:
    - Instalación de válvula de aire de fundición de 63 mm en puntos altos de la red para permitir la evacuación de aire y evitar golpes de ariete. Se deberá asegurar su fijación y funcionamiento automático.
- **Cuidados según Decreto 351/79**:
    - Verificación de presión antes de la intervención.
    - Uso de elementos de protección personal y bloqueo del sector durante la instalación.

7.7 Codo PVC a 90°, diám.= 100 mm

- **Alcance**:
    - Colocación de accesorios en PVC para desvío de cañería a 90° y Ø100 mm, respetando alineación y nivelación, asegurando uniones estancas mediante adhesivo o sistema de encastre según corresponda.

7.8 Codo PVC a 90°, diám.= 150 mm

- **Alcance**:
    - Colocación de accesorios en PVC para desvío de cañería a 90° y Ø150 mm, respetando alineación y nivelación, asegurando uniones estancas mediante adhesivo o sistema de encastre según corresponda.

7.9 Curva PVC a 45°, diám.= 100 mm

- **Alcance**:
    - Instalación de curva de PVC de 45° y Ø100 mm. Se deberá verificar la orientación de la curva dentro del trazado para mantener el flujo continuo sin turbulencias.

7.10 Caudalímetro, diám.= 100 mm

- **Alcance**:
    - Provisión e instalación de caudalímetro de Ø100 mm tipo turbina, para el monitoreo del caudal instantáneo. Se deberá contemplar su ubicación en tramo recto para lecturas confiables.

7.11 Válvula reguladora de caudal, diám.= 75 mm

- **Alcance**:
    - Colocación de válvula reguladora de caudal de Ø75 mm para el control del flujo en tramos específicos. Se deberá garantizar su calibración y fácil acceso para mantenimiento.

7.12 Válvula de purga (FF), diám.= 63 mm

- **Alcance**:
    - Instalación de válvula de purga Ø63 mm en fundición para limpieza y vaciado de cañerías. Se instalará en puntos bajos o accesibles del sistema.
- **Cuidados según Decreto 351/79**:
    - Uso de elemento de protección personal.

- Supervisión de presión en la red antes de su apertura.

ANEXO IX: Imágenes 3D

Figura N°1: Vista renderizada superior de la PTAP - 1

Figura N°2: Vista renderizada superior de la PTAP - 2

Figura N°3: Cartel de obra renderizado

Figura N°4: Vista renderizada superior de la PTAP – 3

Figura N°5: Vista renderizada N°1

Figura N°6: Vista renderizada N°2

Figura N°7: Vista renderizada N°3

Figura N°1: Vista renderizada superior de la PTAP - 1

Figura N°2: Vista renderizada superior de la PTAP – 2

Figura N°3: Cartel de obra renderizado

Figura N°4: Vista renderizada superior de la PTAP – 3

Figura N°5: Vista renderizada N°1

Figura N°6: Vista renderizada N°2

Figura N°7: Vista renderizada N°3

ANEXO X: Planos

Plano 1 - Curvas de nivel y puntos de elevación en la zona de estudio

Plano 2 - Red de distribución - Escenario actual

Plano 3 - Red de distribución - Escenario futuro

Plano 4 - Red de distribución - Escenario de proyecto

Plano 5 - Relevamiento - Lotes existentes y proyectados - Casco Urbano

Plano 6 - Relevamiento - Lotes existentes y proyectados - Ojo de Agua y Solares

Plano 7 - Nudos de demanda por lote - Casco Urbano

Plano 8 - Nudos de demanda por lote - Ojo de Agua y Solares

Plano 9 - Instalaciones proyectadas en el predio de la PTAP - Detalles de c maras

Plano 10 - Planta de PTAP con nuevo módulo - Recorrido de la cañería de barros

Plano 11 - Relevamiento - Red de distribución actual - Casco Urbano

Plano 12 - Relevamiento - Red de distribución actual - Ojo de Agua y Solares

Plano 13 - Redes de distribución proyectadas - Casco Urbano

Plano 14 - Redes de distribución proyectadas - Ojo de Agua y Solares

Plano 15 – Cañería a remover - Playa y Camping de Villa Urquiza

Plano 16 - Cañería de impulsión existente - Perfiles de elevación

Plano 17 - Cañería de impulsión existente - Traza de Cañería y datos batimétricos del muelle

Plano 18 - Cañería de impulsión proyectada - Perfil de elevación y traza proyectada en la PTAP

Plano 19 - Datos batimétricos y partes características del muelle

Plano 20 - Estudio de alternativa - Planta y detalles del muelle fijo

Plano 21 - Estudio de alternativa - Perfil de elevación y traza de cañería

Plano 22 - Cañería proyectada hacia tanques elevados en Ojo de Agua y Solares

Plano 23 - Conexión domiciliaria

Plano 24 - Detalle de tapada de cañería

Plano 25 - Detalle de c mara de desagüe

Plano 26 - Tanque elevado principal - Casco Urbano.pdf

Plano 27 - Tanque elevado de PTAP y cisterna principal - Casco Urbano

Plano 28 - Tanque elevado en loteo solares

Plano 29 - Tanque elevado en loteo ojo de agua

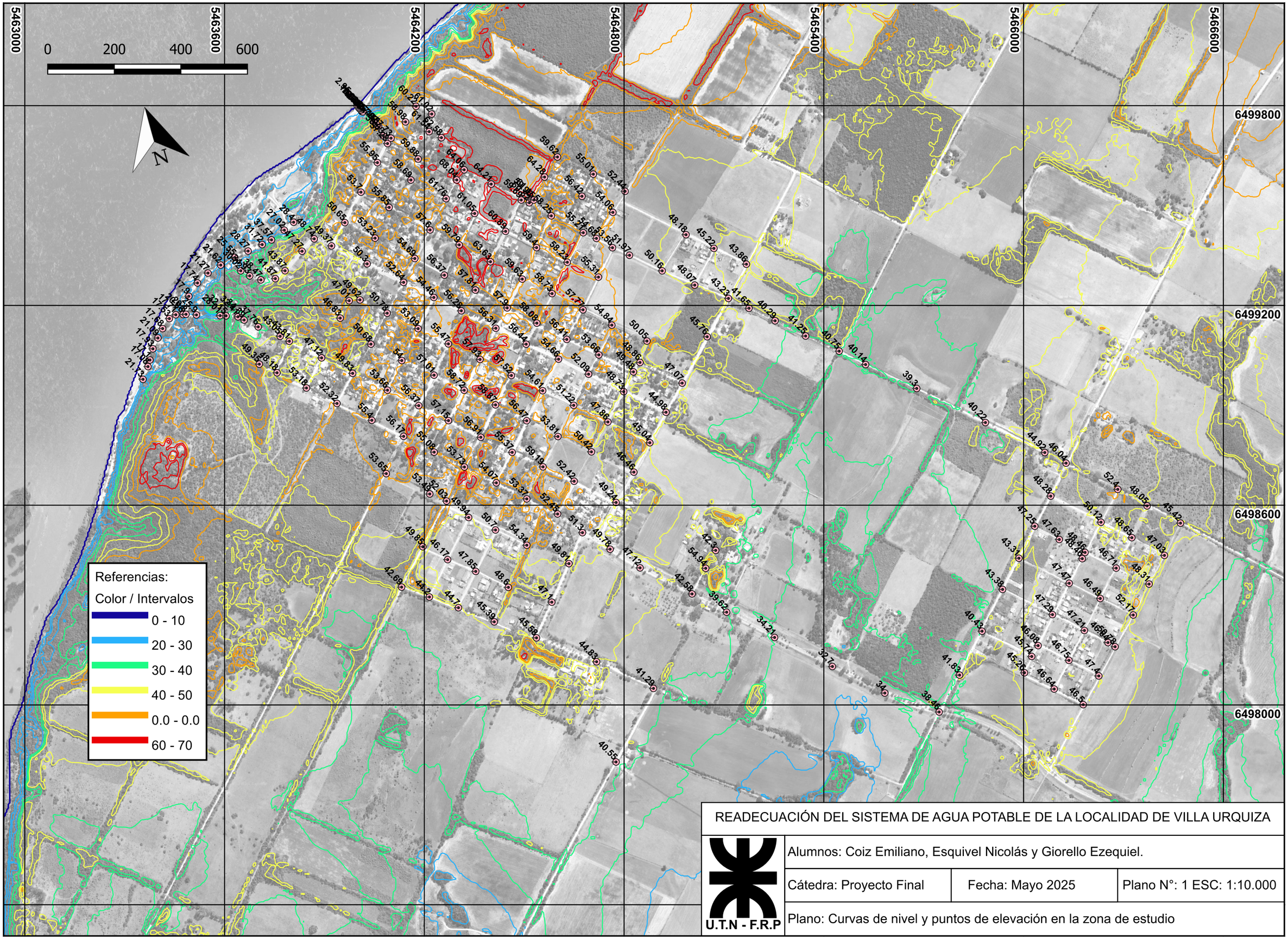
Plano 30 - Pontones del muelle de toma existente

Plano 31 - Pontón de toma existente

Plano 32 - Pasarelas y acople móvil existentes

Plano 33 - Acoples y anclaje a costa existentes - Muelle de toma

Plano 34 – Batimetría



READECUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE VILLA URQUIZA

U.T.N - F.R.P

Alumnos: Coiz Emiliano, Esquivel Nicolás y Giorello Ezequiel.

Cátedra: Proyecto Final | Fecha: Mayo 2025 | Plano N°: 1 ESC: 1:10.000

Plano: Curvas de nivel y puntos de elevación en la zona de estudio

5463000 5463600 5464200 5464800 5465400 5466000 5466600

0 200 400 600

N

Día 1, 12:00 AM

6499800

6499200

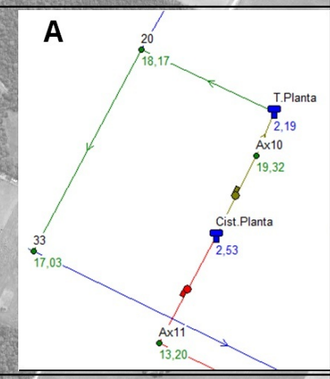
6498600

6498000

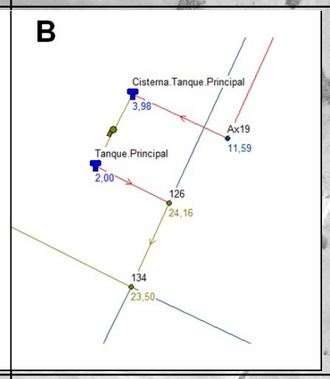
Diámetro
60,00
75,00
110,00
200,00
mm

Presión
10,00
12,00
20,00
30,00
m

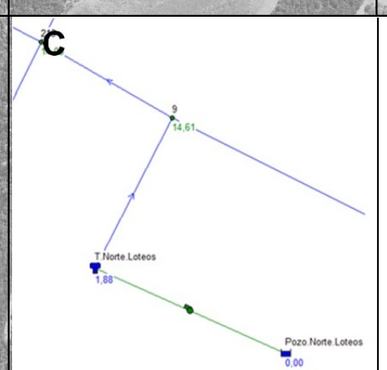
A



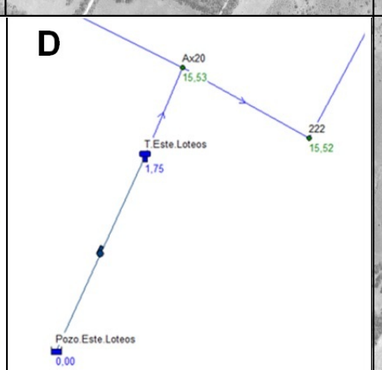
B



C



D



READECUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE VILLA URQUIZA		
U.T.N - F.R.P	Alumnos: Coiz Emiliano, Esquivel Nicolás y Giorello Ezequiel.	
	Cátedra: Proyecto Final	Fecha: Mayo 2025	Plano N°: 2 ESC: 1:10.000
	Plano: Escenario uno - Sistema de cañeria actual y demanda actual	

5463000 5463600 5464200 5464800 5465400 5466000 5466600

0 200 400 600

N

Día 1, 12:00 AM

6499800

6499200

6498600

6498000

A

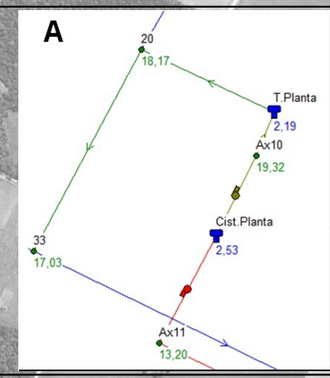
B

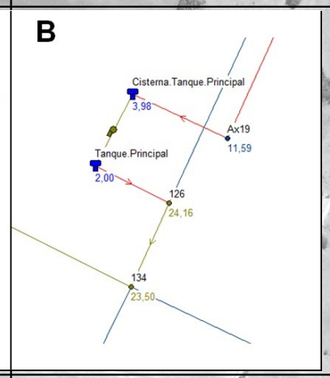
C

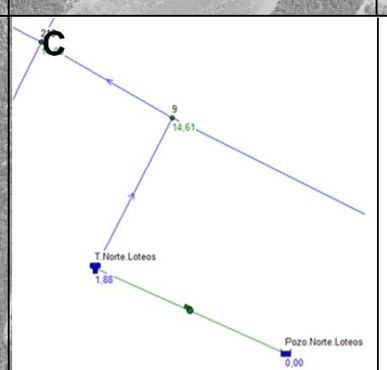
D

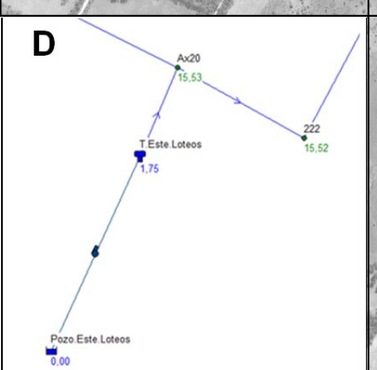
Presión
10,00
12,00
20,00
30,00
m

Diámetro
60,00
75,00
110,00
200,00
mm









READECUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE VILLA URQUIZA		
U.T.N - F.R.P	Alumnos: Coiz Emiliano, Esquivel Nicolás y Giorello Ezequiel.	
	Cátedra: Proyecto Final	Fecha: Mayo 2025	Plano N°: 3 ESC: 1:10.000
	Plano: Escenario futuro - Cañerias actuales y demanda futura	

5463000 5463600 5464200 5464800 5465400 5466000 5466600

0 200 400 600

Día 1, 12:00 AM

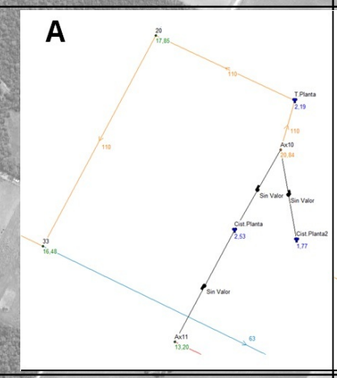
6499800 6499200 6498600 6498000

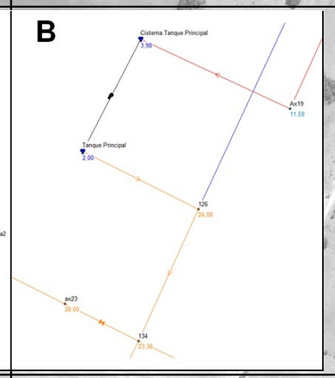
N

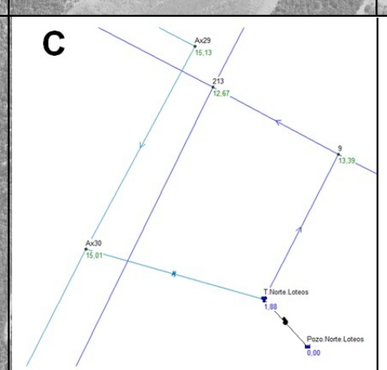
A B C D

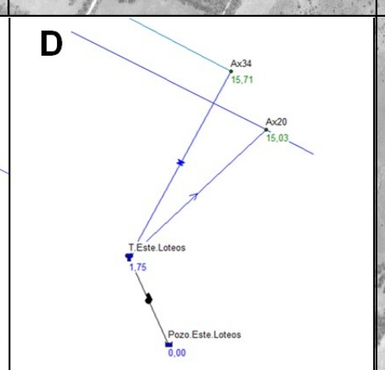
Diámetro
63,00
75,00
110,00
200,00
mm

Presión
10,00
12,00
20,00
30,00
m









READECUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE VILLA URQUIZA		
U.T.N - F.R.P	Alumnos: Coiz Emiliano, Esquivel Nicolás y Giorello Ezequiel.	
	Cátedra: Proyecto Final	Fecha: Mayo 2025	Plano N°: 4 ESC: 1:10.000
	Plano: Escenario de proyecto - Readecuación de la cañeria de distribución	

CONEXIONES ACTUALES Y FUTURAS - CASCO URBANO DE VILLA URQUIZA

MANZANAS	CONEXIONES ACTUALES 2024	CONEXIONES PROYECTADAS HACIA 2055	CONEXIONES TOTALES EN 2055	OBS.
1	2	1	3	
2	5	1	6	
3	9	3	12	
4	2	0	2	
5	8	3	11	
6	5	3	8	
7	8	0	8	
7 (*)	1	0	1	Reserva municipal
8	7	6	13	
9	2	12	14	
9 (*)	1	0	1	Reserva municipal
11	7	7	14	
12	5	7	12	
13	14	8	22	
14	5	4	9	
15	0	0	0	Sin fraccionar
16	11	4	15	
17	8	10	18	
18	8	8	16	
19	0	13	13	
20	0	14	14	
21	0	0	0	Sin fraccionar
22	8	10	18	
23	18	5	23	
24	11	3	14	
25	10	3	13	
25 (*)	1	0	1	Lo de Cassiano
26	1	5	6	
26 (*)	1	0	1	Cabañas "El Olivo"
27	10	3	13	
28	0	13	13	
29	0	13	13	
30	0	15	15	
31	2	6	8	
32	18	4	22	
33	2	6	8	
34	3	4	7	
35	10	1	11	
35 (*)	1	0	1	IOSPER
35 (**)	1	0	1	Cabañas "Casa de Campo"
36	3	5	8	
37	10	1	11	
38	8	3	11	
39	7	2	9	
40	2	3	5	
41	14	4	18	
42	4	0	4	
43	7	2	9	
44	5	5	10	
45	2	0	2	
45 (*)	1	0	1	Juzgado de Paz
46	11	1	12	
47	0	0	0	Sin fraccionar
48	15	0	15	
49	13	6	19	
50	13	7	20	
50 (*)	1	0	1	Cabañas "Los Ceibos"
51	18	1	19	
52	8	0	8	
53	9	4	13	
54	17	4	21	
55	14	2	16	
56	13	4	17	
57	11	0	11	
58	2	0	2	
59	4	0	4	
60	5	2	7	
61	17	5	22	
62	16	1	17	
63 (*)	2	0	2	Esc. N° 36 Gral. Greogorio Araoz / E.S.A. N°48 "El Estibador"
64	7	1	8	
65	4	4	8	
66	2	7	9	
67	0	2	2	
68	0	12	12	
69	3	0	3	
70	2	0	2	
71	3	0	3	
71 (*)	1	0	1	Bar Imperio
72	8	0	8	
73	15	2	17	
73 (*)	1	0	1	Terraza
73 (**)	1	0	1	Cabañas "Los Arboles"
74 (*)	1	0	1	Bungalows "Villa Urquiza Spa"
75	6	2	8	
75 (*)	1	0	1	Centro de salud Ibañez
75 (**)	1	0	1	Municipalidad de Villa Urquiza
76	14	0	14	
76 (*)	1	0	1	Comedor el "Cacique"
77 (*)	1	0	1	Agua de Uso Publico / Grifos
78	5	0	5	
79	8	2	10	
80	4	3	7	
81	0	12	12	
82	7	3	10	
83	6	0	6	
84	16	0	16	
85	9	2	11	
86	12	5	17	
87	1	0	1	
88	7	0	7	
88 (*)	1	0	1	Kaizen Beer y Food
88 (**)	1	0	1	Complejo "Los Aromos"
89	7	1	8	
89 (*)	1	0	1	Patio Cervecero
90	11	1	12	
91	4	0	4	
92 (*)	1	0	1	Cabañas Mitacha
93	16	5	21	
94	9	1	10	
95	13	2	15	
96 (*)	1	0	1	Esc. Agrotécnica N° 39
97	5	0	5	
97 (*)	2	0	2	Urquiza Rio y Punto X
98	3	2	5	
99 (*)	1	0	1	Registro Civil
100	8	3	11	
100 (*)	1	0	1	Bungalows Las Marias
101	21	7	28	
102	1	0	1	
103	10	0	10	
104	6	0	6	
105	7	5	12	
106	6	2	8	
107	3	1	4	
108	4	3	7	
109	10	6	16	
110	1	0	1	
110 (*)	1	0	1	Esc. Priv. Manuel Dorrego N° 15

READECUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE VILLA URQUIZA

Alumnos: Coiz Emiliano, Esquivel Nicolás y Giorello Ezequiel.

Cátedra: Proyecto Final | Fecha: Mayo 2025 | Plano N°: 5 | ESC: 1:2.000

Plano: Relevamiento - Lotes existentes y proyectados - Casco Urbano

U.T.N - F.R.P

CONEXIONES ACTUALES Y FUTURAS - VILLA URQUIZA			
MANZANA	CONEXIONES ACTUALES 2024	CONEXIONES PROYECTADAS HACIA 2055	CONEXIONES TOTALES EN 2055
111	0	22	22
112	0	12	12
113	0	0	0
114	3	19	22
115	8	4	12
116	5	7	12
117	9	13	22
118	0	0	0
119	6	6	12
120	13	9	22
121	6	6	12
122	5	7	12
123	9	4	13
124	8	3	11
125	5	1	6
126	7	5	12
127	8	3	11
128	8	4	12
129	9	3	12

READEDUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE VILLA URQUIZA

U.T.N - F.R.P

Alumnos: Coiz Emiliano, Esquivel Nicolás y Giorello Ezequiel.

Cátedra: Proyecto Final	Fecha: Mayo 2025	Plano N°: 6	ESC: 1:2.000

Plano: Relevamiento - Lotes existentes y proyectados - Ojo de Agua y Solares

N

TABLA DE REFERENCIAS

	Válvula exclusa (compuerta) - Diámetro según plano
	Conexión cerrada
	Conexión con red existente
	Cañería a proyectar - Diámetro según plano
	Cañería existente - Diámetro según plano
	Cañería existente a suprimir - Diámetro según plano
	Conexión cruz - Diámetro según cañería de conexión
	Conexión a pozo de abastecimiento de agua
	Válvula de retención V.R. - Diámetro según plano
	Tanque cisterna
	Tanque elevado

Tanque elevado existente de 26 m³
TERRENO FISCAL PROP. MUN. VILLA URQUIZA
Cisterna proyectada de 21 m³
Cisterna existente de 30 m³
TERRENO FISCAL PROP. MUN. VILLA URQUIZA
SIN FRACCIONAR
Cabañas "El Olivo"
IOSPER
Cabañas "Cerro de Campo"
Juzgado de Paz
SIN FRACCIONAR
Camping de Villa Urquiza
Cabañas "Los Ceibos"
Esc. N°36 Gral. Gregorio Araoz
E.S.A N° 84 "El Estibador"
Cisterna existente de 100 m³
Tanque elevado existente de 25 m³
SIN FRACCIONAR
Bungalows "Villa Urquiza"
Spa
Municipalidad
Comedor "El Cacique"
Centro de Salud Ibañez
PLAZA 1º DE MAYO
Cabañas "Los Arboles"
Terraza
Kaizen "Beer & Food"
Patio Cervecero
Consejo Los Aromos
PARROQUIA "INMACULADA CONCEPCIÓN"
Cabañas Mitacho
Bungalows Las Marias
Registro Civil
Esc. Agrotécnica N° 39
Esc. Priv. Manuel Dorrego N° 15
Playa Municipal de Villa Urquiza
Río Urquiza
Puerto X
Ser Tímpani

Demanda por nudo - Actualidad			Demanda por lote		0,11 m³/h	Demanda por nudo Año 2055			Demanda por lote		0,11 m³/h
Nudo	Lotes	Demanda (m³/h)	Nudo	Lotes	Demanda (m³/h)	Nudo	Lotes	Demanda (m³/h)	Nudo	Lotes	Demanda (m³/h)
1	0	0	124	7	0,77	1	1	0,11	124	7	0,77
2	4	0,44	125	2	0,22	2	4	0,44	125	2	0,22
3	2	0,22	127	2	0,22	3	3	0,33	127	2	0,22
4	2	0,22	128	2	0,22	4	3	0,33	128	2	0,22
5	4	0,44	129	5	0,55	5	5	0,55	129	8	0,88
6	2	0,22	130	1	0,11	6	4	0,44	130	8	0,88
7	0	0	131	4	0,44	7	5	0,55	131	8	0,88
8	1	0,11	132	2	0,22	8	4	0,44	132	9	0,99
10	2	0,22	133	1	0,11	10	3	0,33	133	1	0,11
11	2	0,22	134	5	0,55	11	2	0,22	134	5	0,55
12	3	0,33	135	1	0,11	12	6	0,66	135	1	0,11
13	7	0,77	136	7	0,77	13	7	0,77	136	8	0,88
14	12	1,32	137	15	1,65	14	12	1,32	137	15	1,65
15	1	0,11	138	3	0,33	15	3	0,33	138	3	0,33
16	0	0	139	6	0,66	16	3	0,33	139	7	0,77
17	0	0	140	2	0,22	17	1	0,11	140	2	0,22
18	7	0,77	141	4	0,44	18	8	0,88	141	4	0,44
19	3	0,33	142	3	0,33	19	4	0,44	142	3	0,33
20	1	0,11	143	8	0,88	20	1	0,11	143	9	0,99
22	0	0	144	2	0,22	22	1	0,11	144	2	0,22
23	4	0,44	145	5	0,55	23	5	0,55	145	9	0,99
24	0	0	146	6	0,66	24	1	0,11	146	7	0,77
25	1	0,11	147	3	0,33	25	3	0,33	147	5	0,55
26	6	0,66	148	5	0,55	26	7	0,77	148	6	0,66
27	6	0,66	149	4	0,44	27	8	0,88	149	4	0,44
28	1	0,11	150	2	0,22	28	5	0,55	150	2	0,22
29	0	0	151	5	0,55	29	5	0,55	151	5	0,55
30	1	0,11	152	7	0,77	30	1	0,11	152	7	0,77
31	2	0,22	153	4	0,44	31	2	0,22	153	4	0,44
32	0	0	154	13	1,43	32	5	0,55	154	13	1,43
33	2	0,22	155	5	0,55	33	2	0,22	155	7	0,77
35	2	0,22	156	8	0,88	35	3	0,33	156	9	0,99
36	6	0,66	157	5	0,55	36	7	0,77	157	6	0,66
37	9	0,99	158	7	0,77	37	11	1,21	158	7	0,77
38	3	0,33	159	4	0,44	38	3	0,33	159	4	0,44
39	2	0,22	160	3	0,33	39	2	0,22	160	3	0,33
40	10	1,1	161	4	0,44	40	11	1,21	161	5	0,55
41	4	0,44	162	12	1,32	41	4	0,44	162	12	1,32
42	8	0,88	163	7	0,77	42	11	1,21	163	10	1,1
43	3	0,33	164	2	0,22	43	11	1,21	164	2	0,22
44	7	0,77	165	6	0,66	44	8	0,88	165	6	0,66
45	4	0,44	166	7	0,77	45	5	0,55	166	7	0,77
46	0	0	167	6	0,66	46	1	0,11	167	7	0,77
47	6	0,66	168	5	0,55	47	9	0,99	168	5	0,55
48	3	0,33	169	5	0,55	48	4	0,44	169	5	0,55
49	3	0,33	170	6	0,66	49	4	0,44	170	6	0,66
50	7	0,77	171	7	0,77	50	7	0,77	171	7	0,77
52	1	0,11	172	3	0,33	52	6	0,66	172	3	0,33
53	6	0,66	173	2	0,22	53	12	1,32	173	2	0,22
54	5	0,55	174	4	0,44	54	11	1,21	174	8	0,88
55	6	0,66	175	8	0,88	55	6	0,66	175	12	1,32
56	3	0,33	176	2	0,22	56	7	0,77	176	2	0,22
57	8	0,88	177	7	0,77	57	10	1,1	177	7	0,77
58	11	1,21	178	2	0,22	58	11	1,21	178	2	0,22
59	7	0,77	179	2	0,22	59	8	0,88	179	2	0,22
60	9	0,99	182	1	5,38	60	9	0,99	182	1	6,96
61	4	0,44	186	2	0,22	61	4	0,44	186	3	0,33
62	4	0,44	187	1	0,11	62	9	0,99	187	5	0,55
63	6	0,66	188	2	0,22	63	9	0,99	188	2	0,22
64	4	0,44	189	3	0,33	64	4	0,44	189	4	0,44
65	1	0,11	190	4	0,44	65	1	0,11	190	4	0,44
66	10	1,1	191	5	0,55	66	10	1,1	191	6	0,66
67	6	0,66	192	7	0,77	67	7	0,77	192	8	0,88
68	11	1,21	193	1	14,41	68	11	1,21	193	1	18,37
69	4	0,44	194	2	0,22	69	4	0,44	194	2	0,22
70	2	0,22	195	1	0,11	70	2	0,22	195	1	0,11
71	5	0,55	196	2	0,22	71	5	0,55	196	2	0,22
72	1	0,11	197	1	0,11	72	1	0,11	197	1	0,11
73	2	0,22	198	2	0,22	73	2	0,22	198	3	0,33
74	6	0,66	199	3	0,33	74	6	0,66	199	6	0,66
75	7	0,77	200	5	0,55	75	9	0,99	200	8	0,88
76	6	0,44	201	3	0,33	76	6	0,66	201	8	0,88
77	3	0,33	202	0	0	77	3	0,33	202	2	0,22
78	1	0,11	203	1	1,29	78	1	0,11	203	1	1,71
79	3	0,33	204	3	0,33	79	3	0,33	204	4	0,44
80	6	0,66	205	4	0,44	80	6	0,66	205	6	0,66
81	4	0,44	206	4	0,44	81	4	0,44	206	6	0,66
82	9	0,99	207	4	0,44	82	10	1,1	207	5	0,55
83	3	0,33	208	2	0,22	83	3	0,33	208	2	0,22
84	2	0,22	209	5	0,55	84	4	0,44	209	9	0,99
85	3	0,33	210	3	0,33	85	3	0,33	210	3	0,33
86	11	1,21	211	5	0,55	86	12	1,32	211	12	1,32
87	6	0,66	212	2	0,22	87	9	0,99	212	6	0,66
88	3	0,33	213	4	0,44	88	3	0,33	213	9	0,99
89	3	0,33	214	2	0,22	89	4	0,44	214	9	0,99
90	2	0,22	215	1	0,11	90	2	0,22	215	10	1,1
91	4	0,44	216	1	0,11	91	5	0,55	216	6	0,66
92	4	0,44	217	1	0,11	92	4	0,44	217	6	0,66
93	5	0,55	218	8	0,88	93	5	0,55	218	9	0,99
94	15	1,65	219	0	0	94	19	2,09	219	6	0,66
95	1	0,11	220	5	0,55	95	1	0,11	220	9	0,99
96	0	0	221	6	0,66	96	0	0	221	10	1,1
97	11	1,21	222	3	0,33	97	11	1,21	222	3	0,33
100	2	0,22	223	6	0,66	100	2	0,22	223	13	1,43
101	4	0,44	224	9	0,99	101	4	0,44	224	10	1,1
102	1	7,21	225	8	0,88	102	1	9,19	225	10	1,1
104	2	0,22	226	1	0,11	104	3	0,33	226	7	0,77
105	3	0,33	227	11	1,21	105	6	0,66	227	12	1,32
106	6	0,66	228	2	0,22	106	9	0,99	228	3	0,33
107	3	0,33	229	3	0,33	107	3	0,33	229	6	0,66
108	6	0,66	230	2	0,22	108	6	0,66	230	7	0,77
109	5	0,55	231	6	0,66	109	5	0,55	231	8	0,88
110	4	0,44	232	3	0,33	110	6	0,66	232	6	0,66
111	0	0	233	2	0,22	111	2	0,22	233	3	0,33
112	6	0,66	234	6	0,66	112	8	0,88	234	6	0,66
113	5	0,55	235	4	0,44	113	5	0,55	235	6	0,66
114	7	0,77	1'	0	0	114	8	0,88	1'	10	1,1
115	4	0,44	10'	0	0	115	4	0,44	10'	4	0,44
117	5	0,55	11'	0	0	117	5	0,55	11'	6	0,66
118	10	1,1	12'	0	0	118	11	1,21	12'	3	0,33
119	9	0,99	13'	0	0	119	9	0,99	13'	6	0,66
120	2	0,22	14'	0	0	120	2	0,22	14'	10	1,1
121	2	2,18	2'	0	0	121	2	2,78	2'	6	0,66
122	3	0,33	3'	0	0	122	3	0,33	3'	5	0,55
123	5	0,55	9'	0	0	123	5	0,55	9'	4	0,44

READECUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE VILLA URQUIZA

U.T.N - F.R.P

Alumnos: Coiz Emiliano, Esquivel Nicolás y Giorello Ezequiel.

Cátedra: Proyecto Final | Fecha: Mayo 2025 | Plano N°: 7 | ESC: 1:2.000

Plano: Nudos de demanda por lote - Casco Urbano

TABLA DE REFERENCIAS	
	Válvula exclusa (compuerta) - Diámetro según plano
	Conexión cerrada
	Conexión con red existente
	Cañería a proyectar - Diámetro según plano
	Cañería existente - Diámetro según plano
	Cañería existente a suprimir - Diámetro según plano
	Conexión cruz - Diámetro según cañería de conexión
	Conexión a pozo de abastecimiento de agua
	Válvula de retención V.R. - Diámetro según plano
	Tanque cisterna
	Tanque elevado

Ax25 Ax26 Ax27 Ax28 Ax29 Ax30 Ax31 Ax32 Ax33 Ax34 Ax21

TERRENO FISCAL PROP. MUN. VILLA URQUIZA

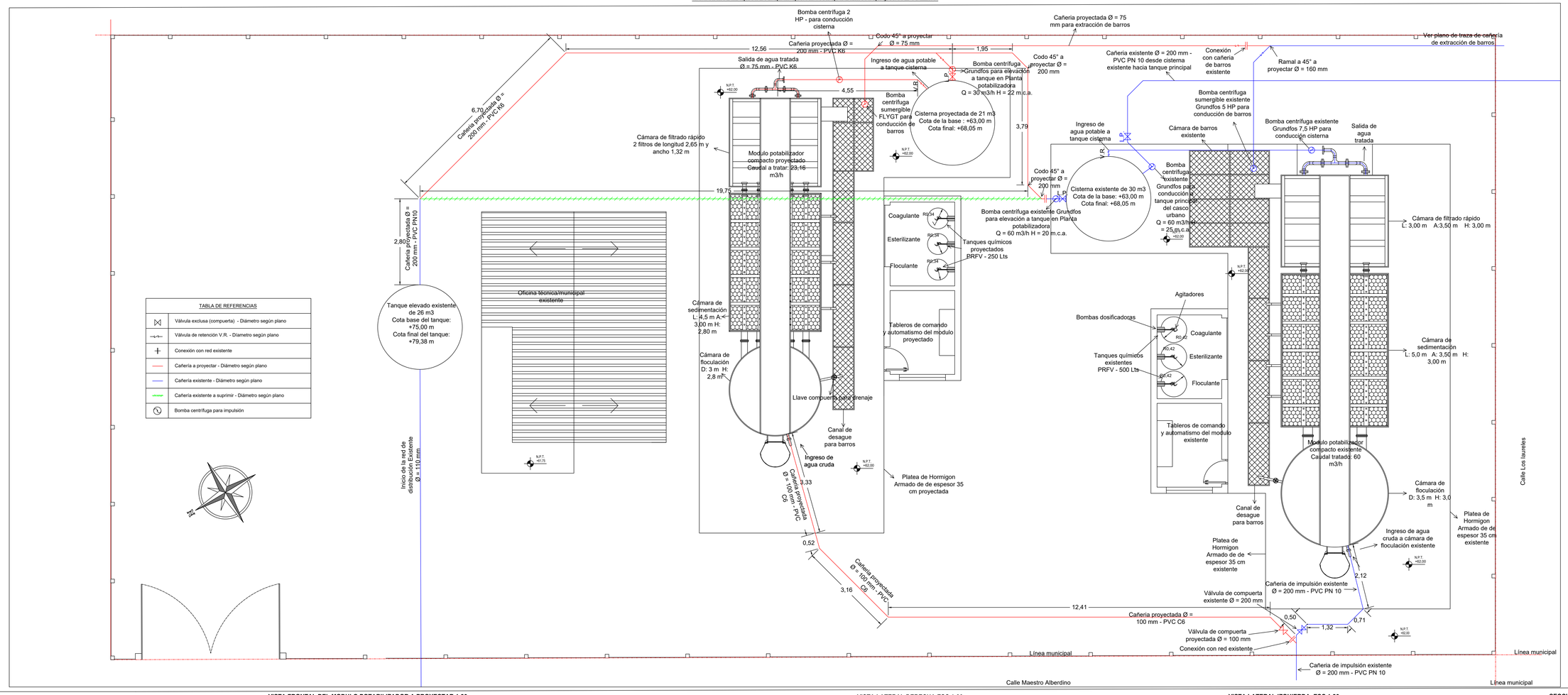
N T3 240 Tanque elevado existente de 20 m^3 con perforación (prof. 60 m)

N T2 239 Tanque elevado existente de 10 m^3 con perforación (prof. 60 m)

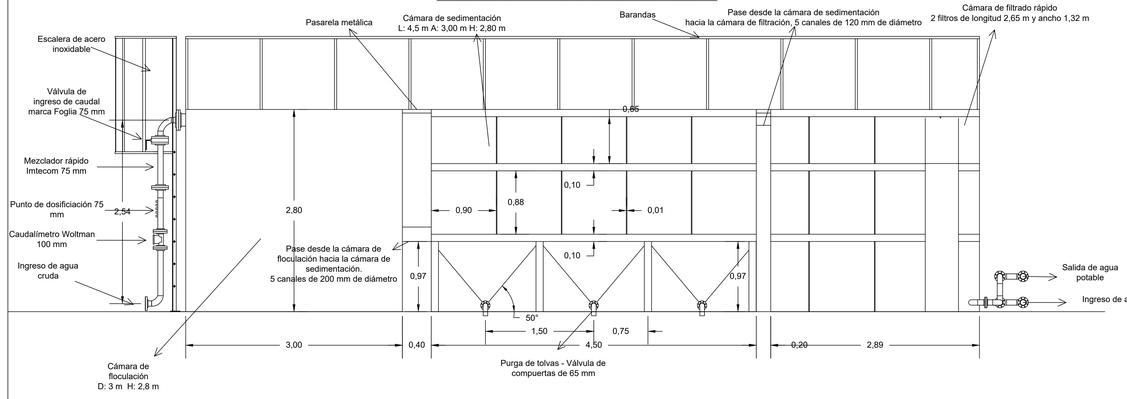
N

READECUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE VILLA URQUIZA			
U.T.N - F.R.P	Alumnos: Coiz Emiliano, Esquivel Nicolás y Giorello Ezequiel.		
	Cátedra: Proyecto Final	Fecha: Mayo 2025	Plano N°: 8	ESC: 1:2.000
	Plano: Nudos de demanda por lote - Ojo de Agua y Solares		

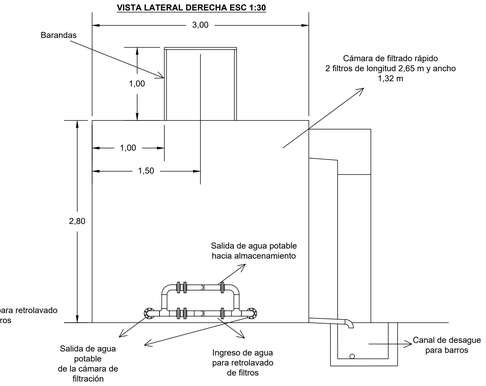
Instalaciones en el predio de la planta potabilizadora para el modulo proyectado ESC - 1:50



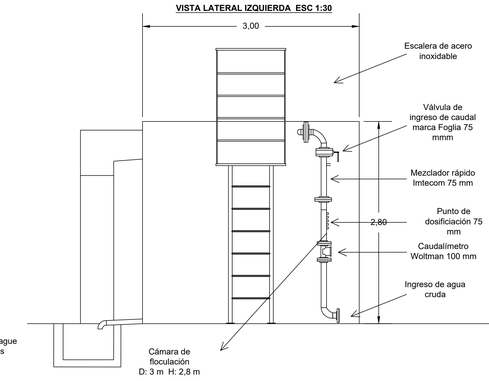
VISTA FRONTAL DEL MODULO POTABILIZADOR A PROYECTAR 1:30



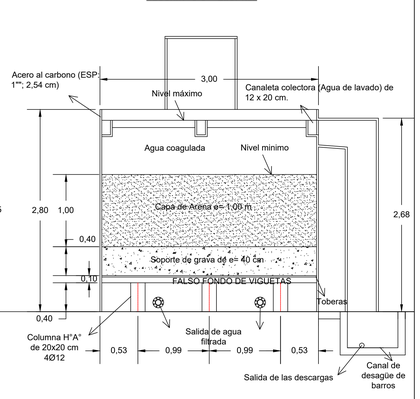
VISTA LATERAL DERECHA ESC 1:30



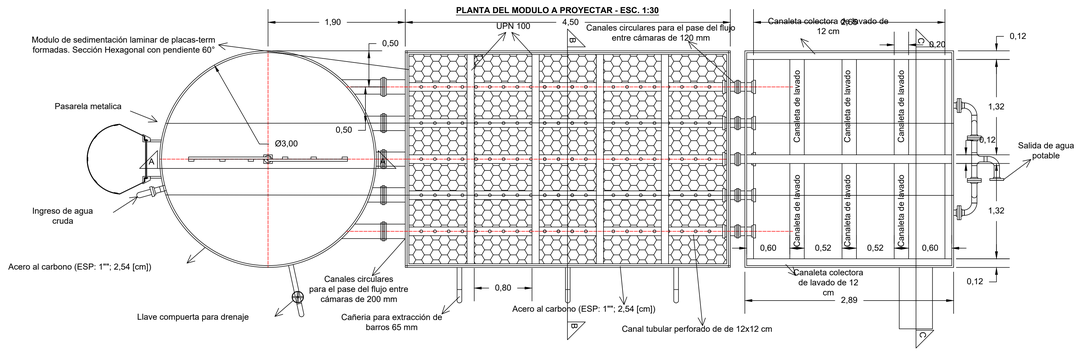
VISTA LATERAL IZQUIERDA ESC 1:30



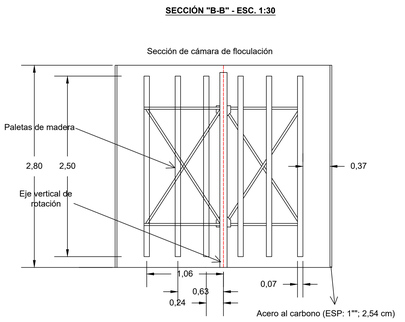
SECCIÓN "C-C" - ESC: 1:30



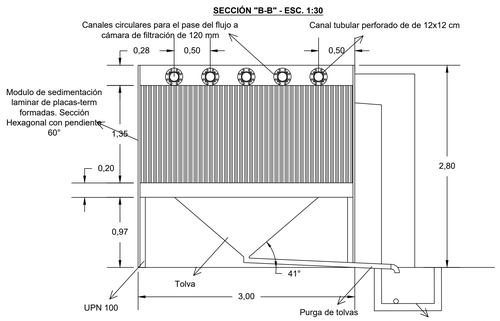
PLANTA DEL MODULO A PROYECTAR - ESC. 1:30



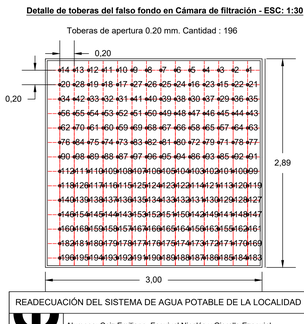
SECCIÓN "B-B" - ESC. 1:30



SECCIÓN "B-B" - ESC. 1:30



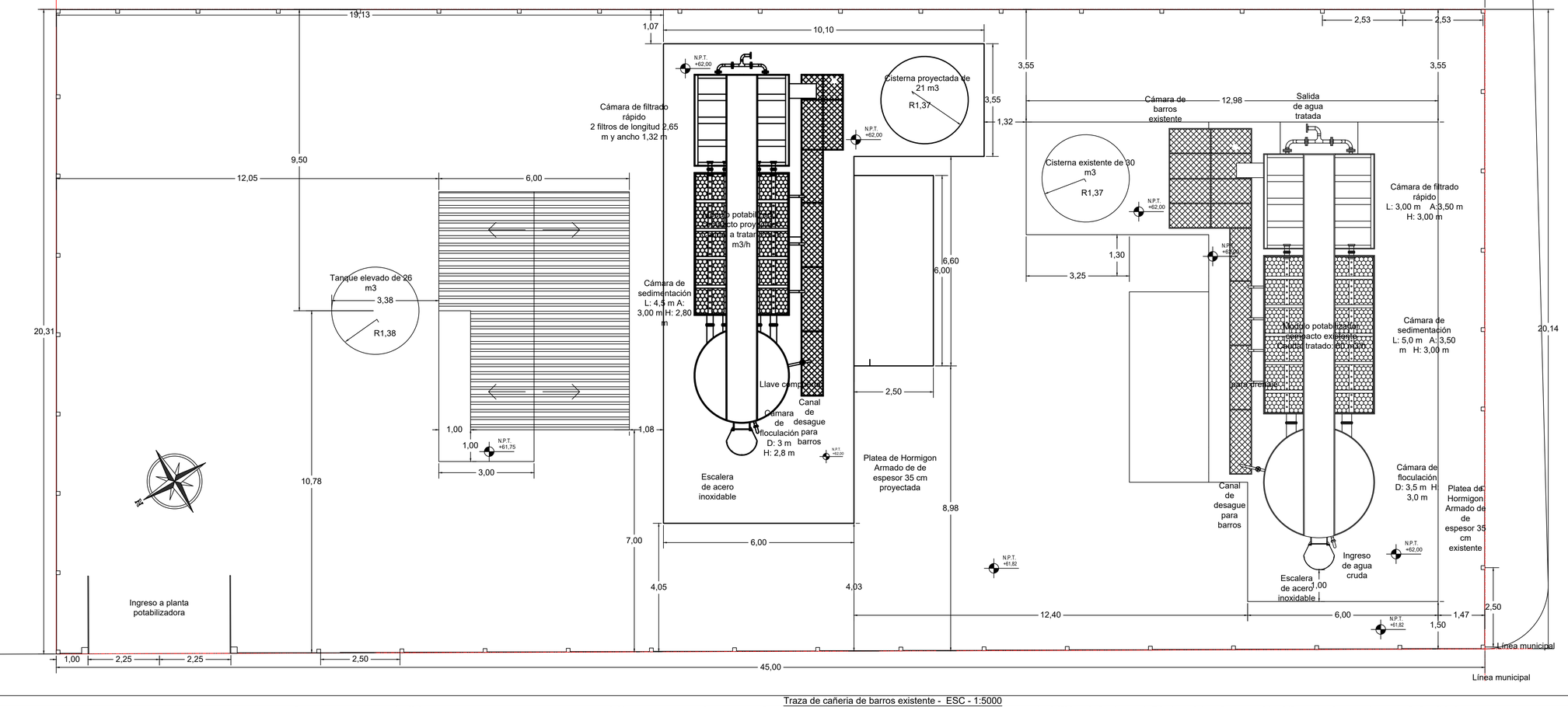
Detalle de toberas del falso fondo en Cámara de filtración - ESC: 1:30



READECUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE VILLA URQUIZA				
U.T.N - F.R.P	Alumnos: Coiz Emiliano, Esquivel Nicolás y Giorello Ezequiel.			
	Cátedra: Proyecto Final	Fecha: Mayo 2025	Plano N°: 9	ESC: Varias
	Plano: Instalaciones proyectadas en el predio de la PTAP - Detalles de cámaras			

Ejes medianeros

Planta potabilizadora acotada - ESC - 1:75



Traza de cañeria de barros existente - ESC - 1:5000

READECUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE VILLA URQUIZA			
U.T.N - F.R.P	Alumnos: Coiz Emiliano, Esquivel Nicolás y Giorello Ezequiel.		
	Cátedra: Proyecto Final	Fecha: Mayo 2025	Plano N°: 10	ESC: 1:10.000
	Plano: Planta de PTAP con nuevo modulo - Recorrido de la cañería de barros		

N

Tanque elevado existente de 26 m³
TERRENO FISCAL PROP. MUN. VILLA URQUIZA
Cisterna proyectada de 21 m³
Cisterna existente de 30 m³
TERRENO FISCAL PROP. MUN. VILLA URQUIZA
SIN FRACCIONAR
Cabañas "El Olivo"
Lo de Casimiro
IOSPER
Cabañas "Casa de Campo"
Juzgado de Paz
SIN FRACCIONAR
SIN FRACCIONAR
Camping de Villa Urquiza
Cabañas "Los Ceibos"
Esc. N°36 Gral. Greogorio Araoz
E.S.A N° 84 "El Estibador"
Cisterna existente de 100 m³
Tanque elevado existente de 25 m³
Comedor "El Cacique"
Bungalows "Villa Urquiza Spa"
Municipalidad
Centro de Salud Ibañez
PLAZA 1º DE MAYO
TERRENO FISCAL PROP. MUN. VILLA URQUIZA
SIN FRACCIONAR
Cabañas "Los Arboles"
Terraza
Kaizen "Beer & Food"
Complejo Los Aromos
Pablo Cervecero
PARROQUIA "INMACULADA CONCEPCIÓN"
Cabañas Mitacha
Esc. Agrotécnica N° 39
Bar "La Costa"
Puerto X
Registro Civil
Bungalows Las Marias
Urquiza Rio
Playa Municipal de Villa Urquiza
Esc. Priv. Manuel Dorrego N° 15

Ø = 63 mm - PVC
Ø = 75 mm - PVC
Ø = 110 mm - PVC
Ø = 50 mm - PVC
Ø = 200 mm - PVC
Ø = 160 mm - PVC
Ø = 50 mm - PVC K6

TABLA DE REFERENCIAS

	Válvula exclusa (compuerta) - Diámetro según plano
	Conexión cerrada
	Conexión con red existente
	Cañería a proyectar - Diámetro según plano
	Cañería existente - Diámetro según plano
	Cañería existente a suprimir - Diámetro según plano
	Conexión cruz - Diámetro según cañería de conexión
	Conexión a pozo de abastecimiento de agua
	Válvula de retención V.R. - Díametro según plano
	Tanque cisterna
	Tanque elevado

READECUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE VILLA URQUIZA

U.T.N - F.R.P

Alumnos: Coiz Emiliano, Esquivel Nicolás y Giorello Ezequiel.

Cátedra: Proyecto Final | Fecha: Mayo 2025 | Plano N°: 11 | ESC: 1:2.000

Plano: Relevamiento - Red de distribución actual - Casco Urbano

TABLA DE REFERENCIAS	
	Válvula exclusa (compuerta) - Diámetro según plano
	Conexión cerrada
	Conexión con red existente
	Cañería existente - Diámetro según plano
	Conexión cruz - Diámetro según cañería de conexión
	Conexión a pozo de abastecimiento de agua
	Válvula de retención V.R. - Díametro según plano
	Tanque cisterna
	Tanque elevado

Ø = 50 mm - PVC

Ø = 63 mm - PVC C6

Ø = 50 mm - PVC C6

Tanque elevado existente de 20 m^3 con perforación (prof. 60 m)

Tanque elevado existente de 10 m^3 con perforación (prof. 60 m)

TERRENO FISCAL PROP. MUN. VILLA URQUIZA

N

READECUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE VILLA URQUIZA

U.T.N - F.R.P

Alumnos: Coiz Emiliano, Esquivel Nicolás y Giorello Ezequiel.

Cátedra: Proyecto Final	Fecha: Mayo 2025	Plano N°: 12	ESC: 1:2.000

Plano: Relevamiento - Red de distribución actual - Ojo de Agua y Solares

N

Tanque elevado existente de 26 m³
TERRENO FISCAL PROP. MUN. VILLA URQUIZA
Cisterna proyectada de 21 m³
Cisterna existente de 30 m³

TERRENO FISCAL PROP. MUN. VILLA URQUIZA

Valvula de limpieza - Ø = 63 mm

Ø = 75 mm - PVC
Ø = 63 mm - PVC
Ø = 63 mm - PVC C6
Ø = 110 mm - PVC
Ø = 50 mm - PVC
Ø = 200 mm - PVC
Ø = 160 mm - PVC
Ø = 50 mm - PVC K6

SIN FRACCIONAR

Cabañas "El Olivo"
Lo de Casimiro
IOSPER
Cabañas "Casa de Campo"
Juzgado de Paz
Cabañas "Los Ceibos"
Esc. N°36 Gral. Greogorio Araoz
E.S.A N° 84 "El Estibador"
Comedor "El Cacique"
Bungalows "Villa Urquiza Spa"
Municipalidad
Centro de Salud Ibañez
PLAZA 1º DE MAYO
Complejo Los Aromos
Kaizen "Beer & Food"
Pablo Cervecero
PARROQUIA "INMACULADA CONCEPCIÓN"
Cabañas Mitacha
Bungalows Las Marias
Registro Civil
Esc. Agrotécnica N° 39
Esc. Priv. Manuel Dorrego N° 15

Valvula de aire Ø = 63 mm
Camping de Villa Urquiza
Cabañas "Los Arboles"
Terraza
Bar Mirador
Puerto X
Urquiza Rio
Playa Municipal de la Villa Urquiza
Valvula de limpieza Ø = 63 mm

TABLA DE REFERENCIAS

	Válvula exclusa (compuerta) - Diámetro según plano
	Conexión cerrada
	Conexión con red existente
	Cañería a proyectar - Diámetro según plano
	Cañería existente - Diámetro según plano
	Válvula de retención V.R. - Díametro según plano
	Tanque cisterna
	Tanque elevado

READECUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE VILLA URQUIZA

U.T.N - F.R.P

Alumnos: Coiz Emiliano, Esquivel Nicolás y Giorello Ezequiel.

Cátedra: Proyecto Final | Fecha: Mayo 2025 | Plano N°: 13 | ESC: 1:2.000

Plano: Redes de distribución proyectadas - Casco Urbano

TABLA DE REFERENCIAS	
	Válvula exclusa (compuerta) - Diámetro según plano
	Conexión cerrada
	Conexión con red existente
	Cañería existente - Diámetro según plano
	Cañería proyectada - Diámetro según plano
	Conexión cruz - Diámetro según cañería de conexión
	Conexión a pozo de abastecimiento de agua
	Válvula de retención V.R. - Diámetro según plano
	Tanque cisterna
	Tanque elevado

Ø = 63 mm - PVC C6

Ø = 50 mm - PVC

Ø = 50 mm - PVC C6

111

112

113

TERRENO FISCAL PROP. MUN. VILLA URQUIZA

114

115

116

117

118

TERRENO FISCAL PROP. MUN. VILLA URQUIZA

Tanque elevado existente de 20 m^3 con perforación (prof. 60 m)

119

120

121

122

123

124

125

126

127

128

129

Tanque elevado existente de 10 m^3 con perforación (prof. 60 m)

TERRENO FISCAL PROP. MUN. VILLA URQUIZA

N

READECUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE VILLA URQUIZA

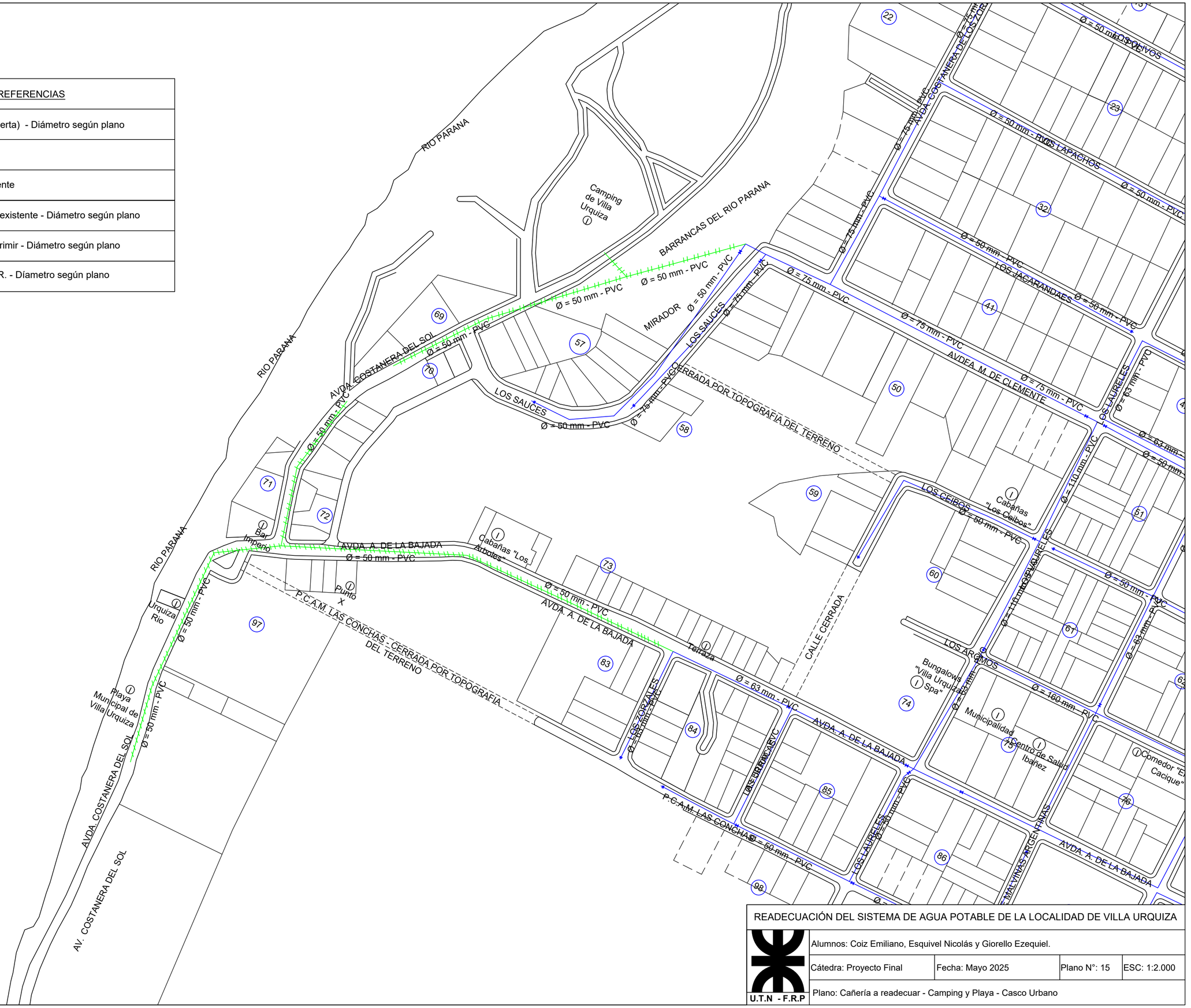
U.T.N - F.R.P

Alumnos: Coiz Emiliano, Esquivel Nicolás y Giorello Ezequiel.

Cátedra: Proyecto Final	Fecha: Mayo 2025	Plano N°: 14	ESC: 1:2.000

Plano: Redes de distribución proyectadas - Ojo de Agua y Solares

TABLA DE REFERENCIAS	
	Válvula exclusa (compuerta) - Diámetro según plano
	Conexión cerrada
	Conexión con red existente
	Cañería de distribución existente - Diámetro según plano
	Cañería existente a suprimir - Diámetro según plano
	Válvula de retención V.R. - Díametro según plano



READECUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE VILLA URQUIZA

U.T.N - F.R.P

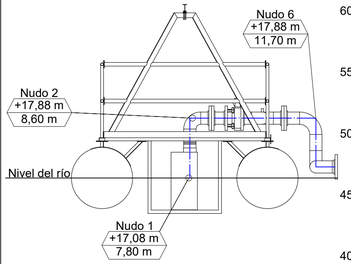
Alumnos: Coiz Emiliano, Esquivel Nicolás y Giorello Ezequiel.

Cátedra: Proyecto Final	Fecha: Mayo 2025	Plano N°: 15	ESC: 1:2.000

Plano: Cañería a readecuar - Camping y Playa - Casco Urbano

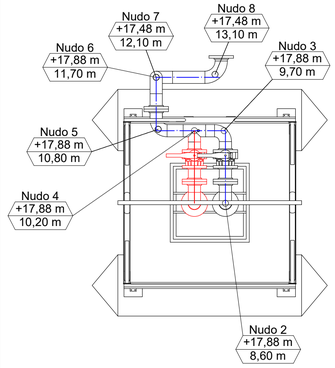
Detalle de nudos A - Esc.: 1/50

Cañería de impulsión existente - PEAD PN 10 - Ø=200 mm
Cañería de impulsión proyectada - PEAD PN 10 - Ø=150 mm

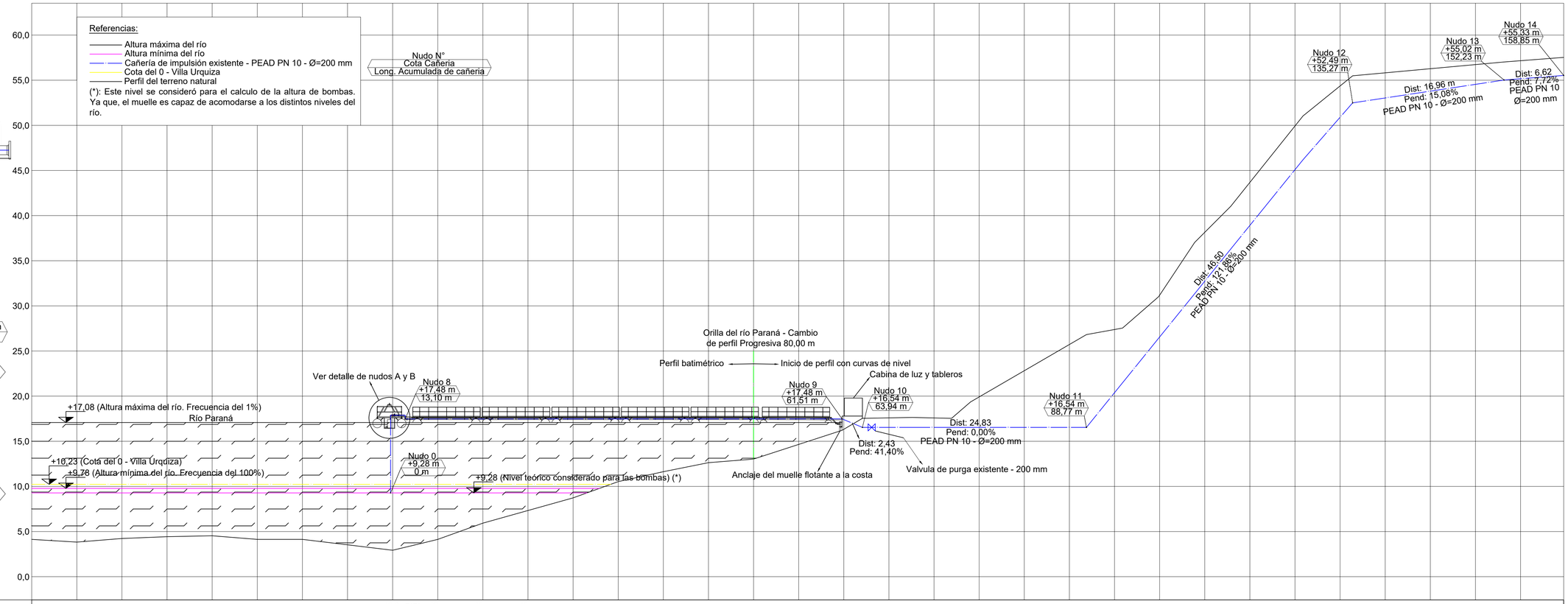


Detalle de nudos B - Esc.: 1/50

Cañería de impulsión existente - PEAD PN 10 - Ø=200 mm
Cañería de impulsión proyectada - PEAD PN 10 - Ø=150 mm

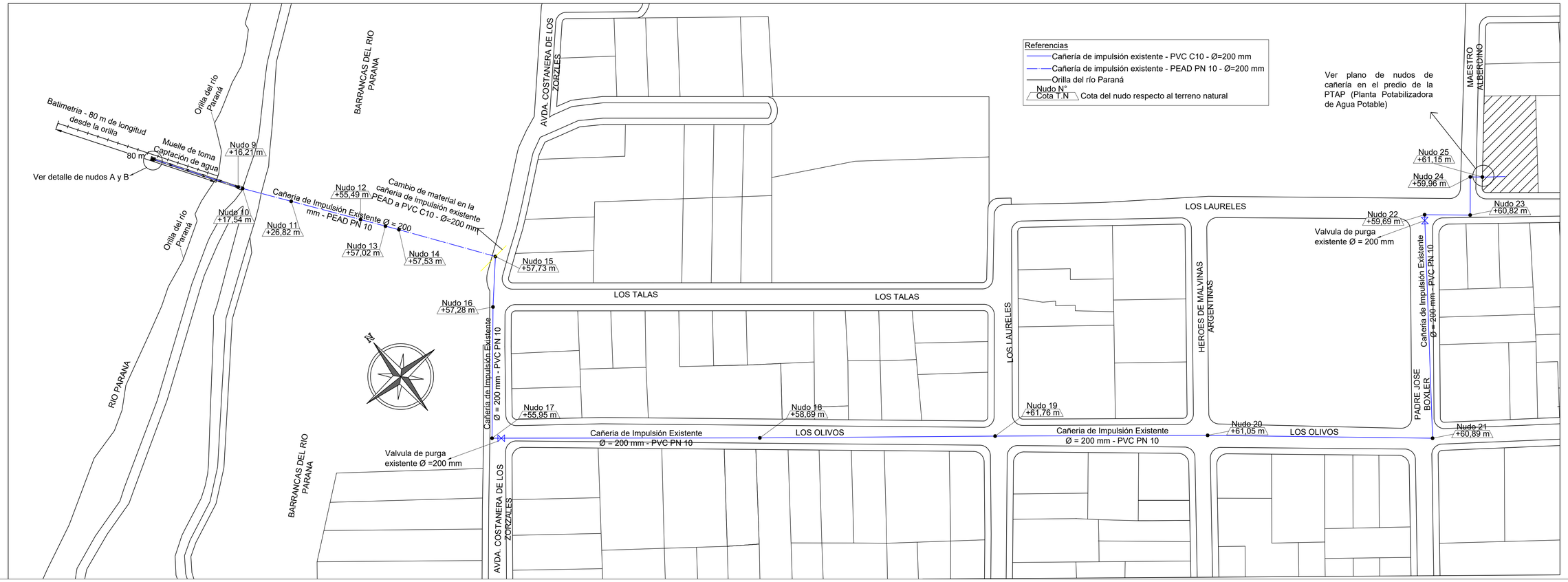


Cañería de impulsión - Muelle de toma a PTAP - Perfil Longitudinal: 0,00 - 169,78 - Esc.H.: 1/250 - Esc.V.: 1/250

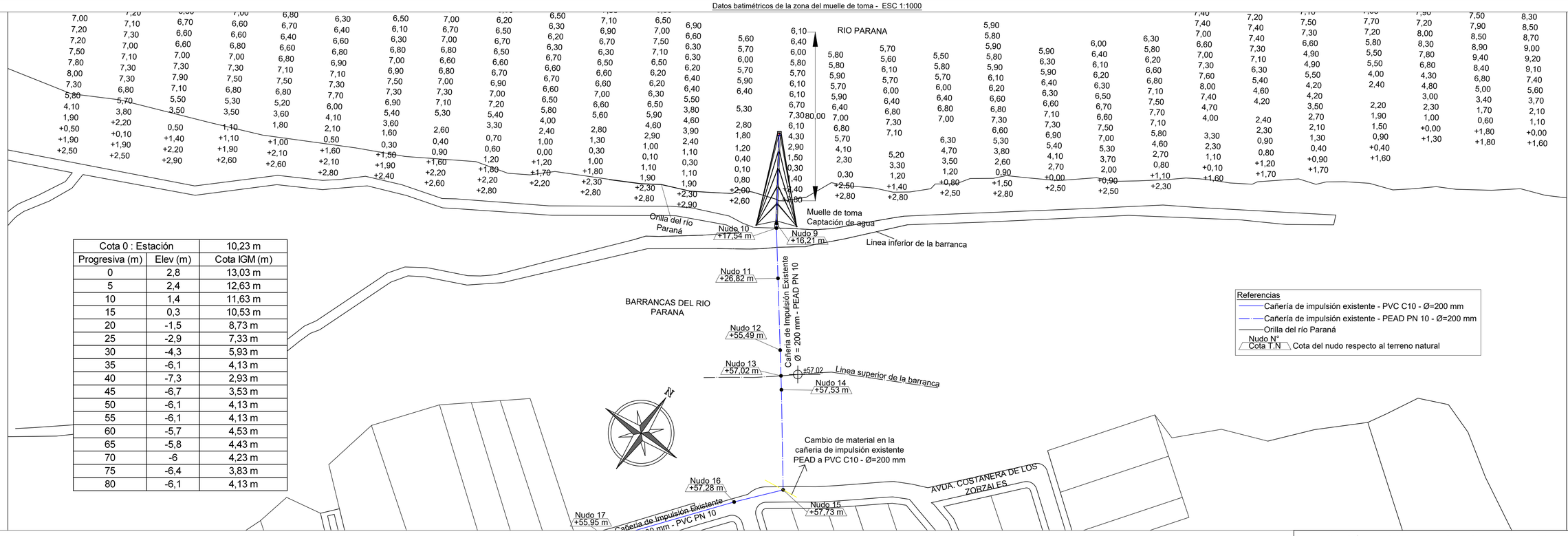


| | | |

Traza de la cañería de impulsión existente desde muelle de toma hasta PTAP. ESC 1:1000



Datos batimétricos de la zona del muelle de toma - ESC 1:1000



Cota 0 : Estación		10,23 m
Progresiva (m)	Elev (m)	Cota IGM (m)
0	2,8	13,03 m
5	2,4	12,63 m
10	1,4	11,63 m
15	0,3	10,53 m
20	-1,5	8,73 m
25	-2,9	7,33 m
30	-4,3	5,93 m
35	-6,1	4,13 m
40	-7,3	2,93 m
45	-6,7	3,53 m
50	-6,1	4,13 m
55	-6,1	4,13 m
60	-5,7	4,53 m
65	-5,8	4,43 m
70	-6	4,23 m
75	-6,4	3,83 m
80	-6,1	4,13 m

READECUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE VILLA URQUIZA

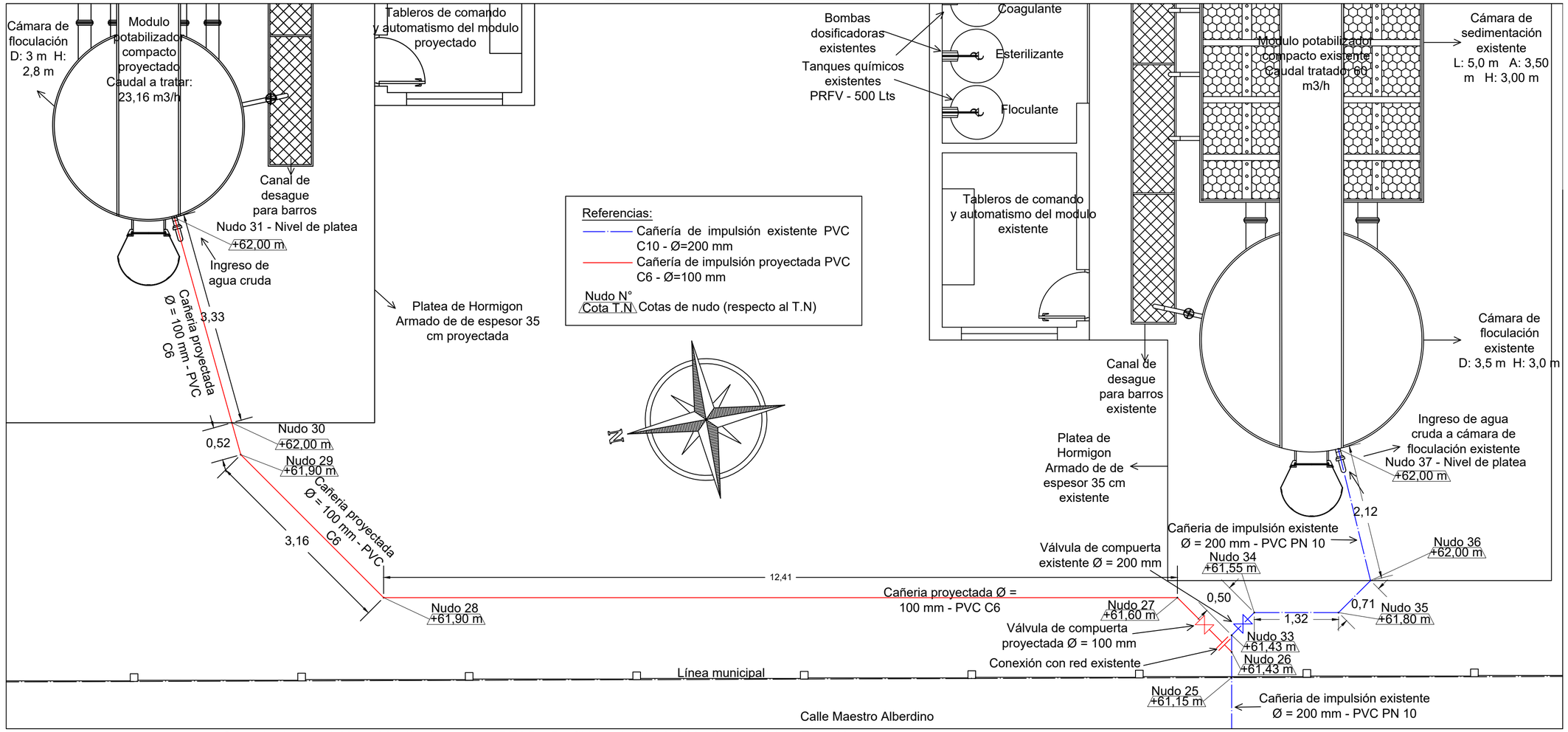
U.T.N - F.R.P

Alumnos: Coiz Emiliano, Esquivel Nicolás y Giorello Ezequiel.

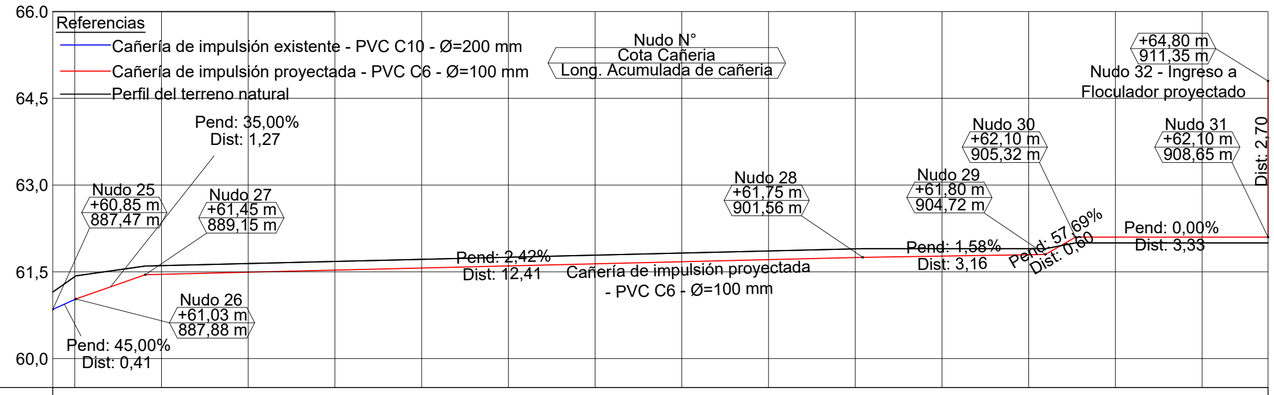
Cátedra: Proyecto Final | Fecha: Mayo 2025 | Plano N°: 17 | ESC: 1:1.000

Plano: Cañería de impulsión existente - Traza de cañería y datos batimétricos del muelle

Plano de nudos de cañeria en PTAP - ESC. 1:50



Cañería de impulsión - Muelle de toma a PTAP - Perfil Longitudinal: 898,12 - 919,14 - Esc: 1/75



| | | |

RIO PARANA

Referencias

Cañería de impulsión existente - PVC C10 - Ø=200 mm

Cañería de impulsión existente - PEAD PN 10 - Ø=200 mm

1 - Plataforma flotante para toma e impulsión de agua cruda
2 - Cañería de PEAD flexible - Ø200 mm
3 - Pasarelas flotantes, articuladas entre si
4 - Eje medianero, predio toma de agua
5 - Pilotes de H° A° Ø (Ø = 0.50 m)
6 - Tensores de acero para amarre de plataforma y pasarela (Ø = 10 mm)
7 - Cañería de PEAD Ø 200 mm - PN 10

Orilla del río Paraná

Muelle de toma
Captación de agua

Nudo 10
+17,54 m

Nudo 9
+16,21 m

Linea inferior de la barranca

Nudo 11
+26,82 m

Cañeria de Impulsión Existente
Ø = 200 mm - PEAD PN 10

BARRANCAS DEL RIO PARANA

Nudo 12
+55,49 m

Nudo 13
+57,02 m

±57,02

Linea superior de la barranca

Nudo 14
+57,53 m

N

Cambio de material en la cañeria de impulsión existente PEAD a PVC C10 - Ø=200 mm

AVDA. COSTANERA DE LOS ZORZALES

Nudo 16
+57,28 m

Nudo 15

Nudo 17
+55,95 m

Cañeria de Impulsión Existente
Ø = 200 mm - PVC PN 10

Cañeria
Ø =

READECUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE VILLA URQUIZA

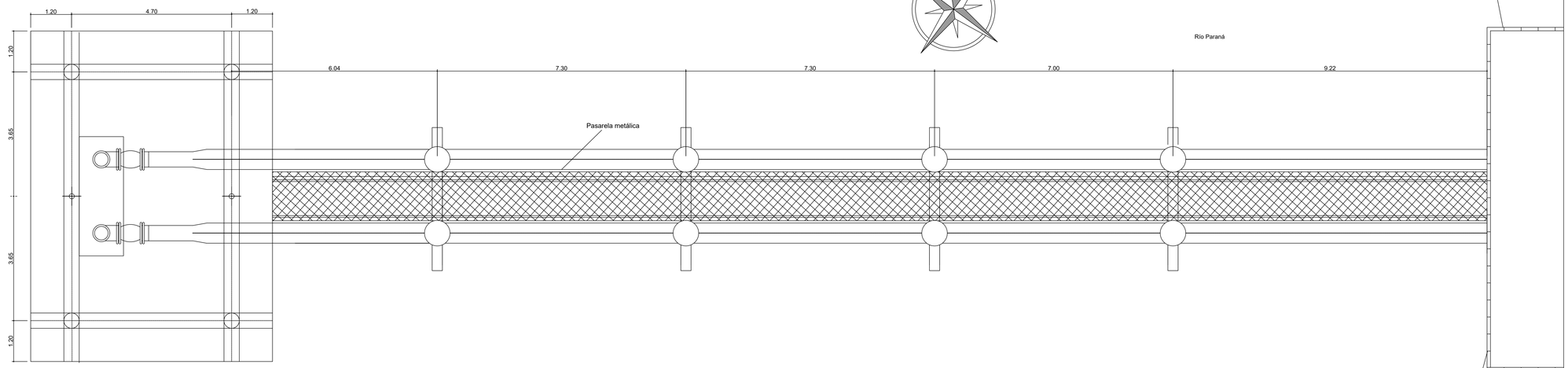
U.T.N - F.R.P

Alumnos: Coiz Emiliano, Esquivel Nicolás y Giorello Ezequiel.

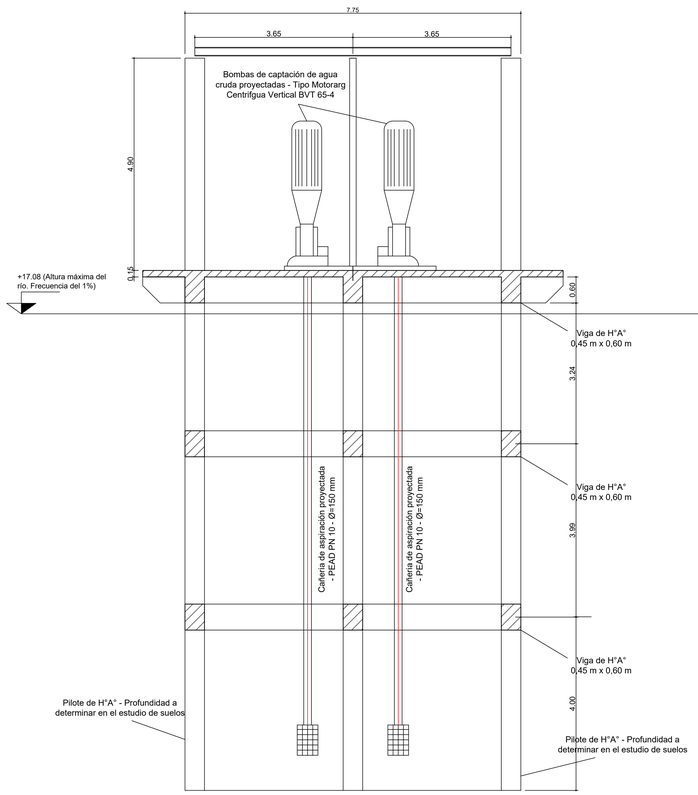
Cátedra: Proyecto Final	Fecha: Mayo 2025	Plano N°: 19	ESC: 1:1.000

Plano: Datos batimétricos y partes características del muelle

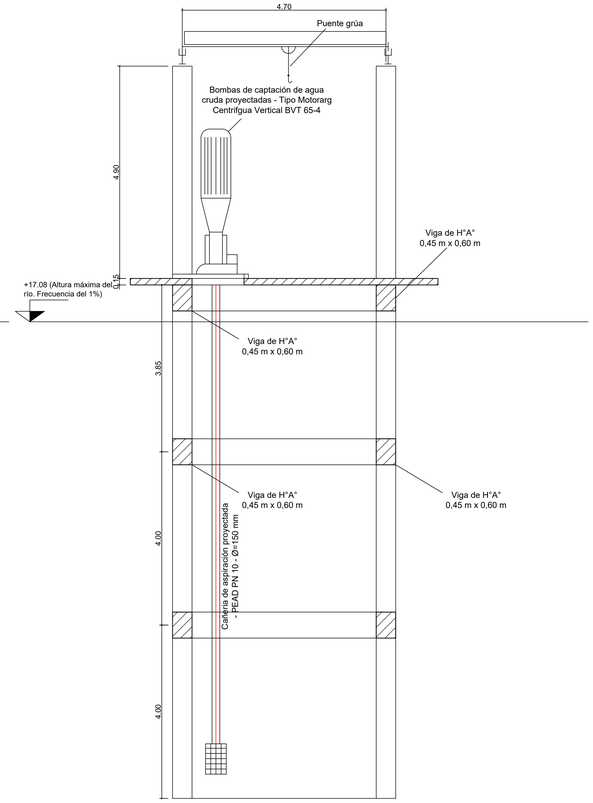
Planta de estructura fija del muelle - ESC. 1:50



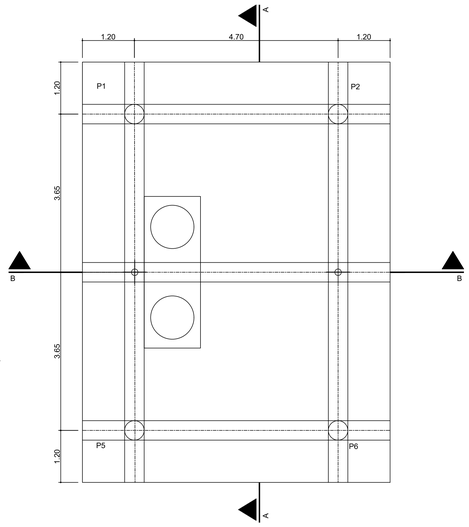
Corte A-A - ESC. 1:50



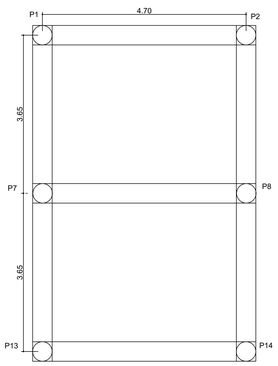
Corte B-B - ESC. 1:50



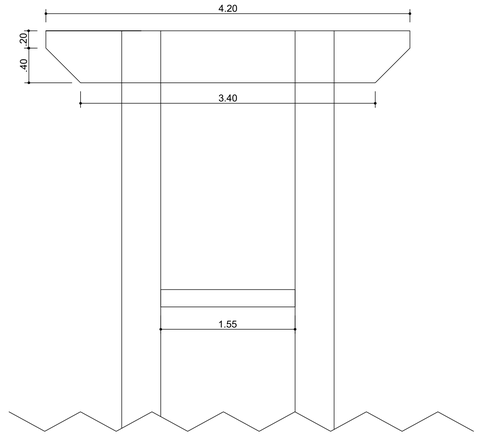
Planta general muelle de toma - ESC. 1:50



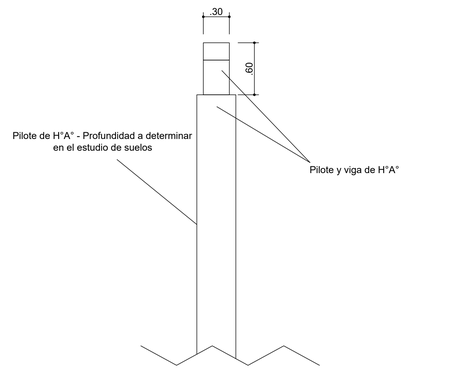
Detalle de vigas y pilotes de Hº Aº en planta - ESC. 1:50



Detalle de pilotes de apoyo para pasarela - ESC. 1:25

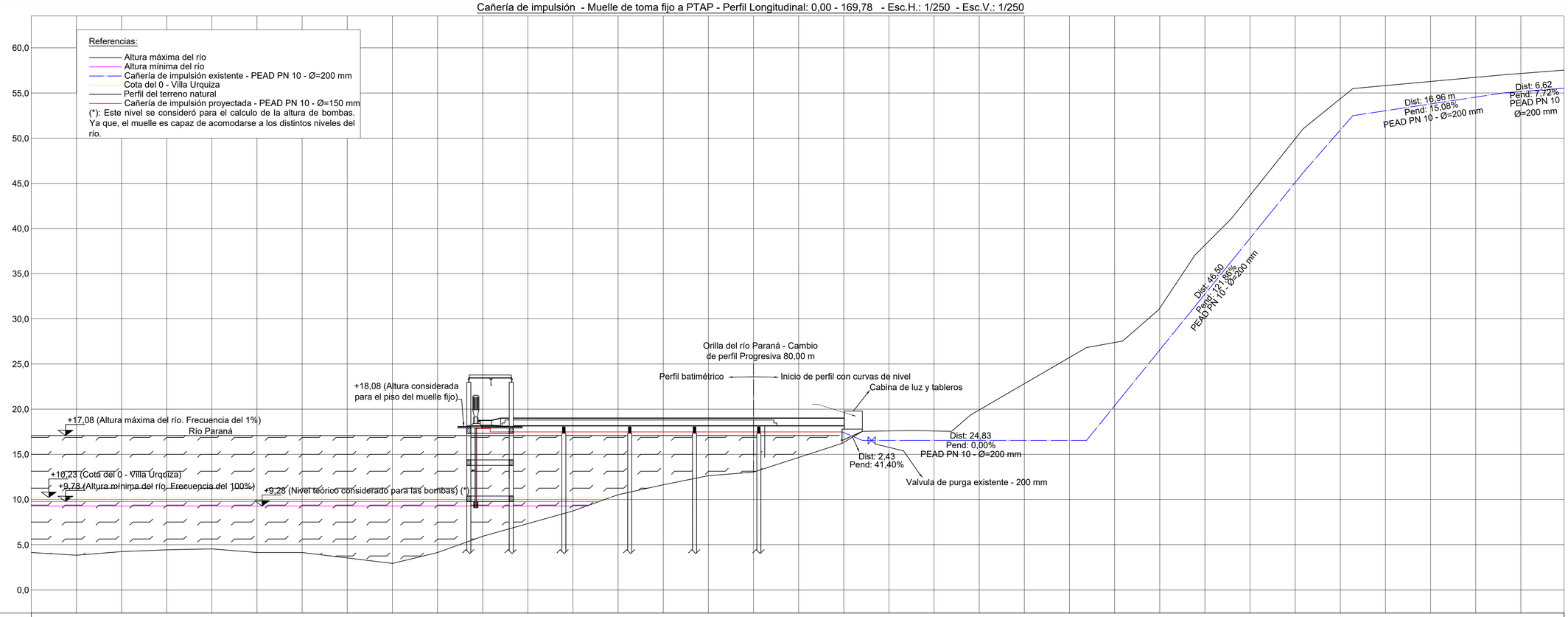


Vista lateral de pilote y viga rectangular - ESC. 1:25



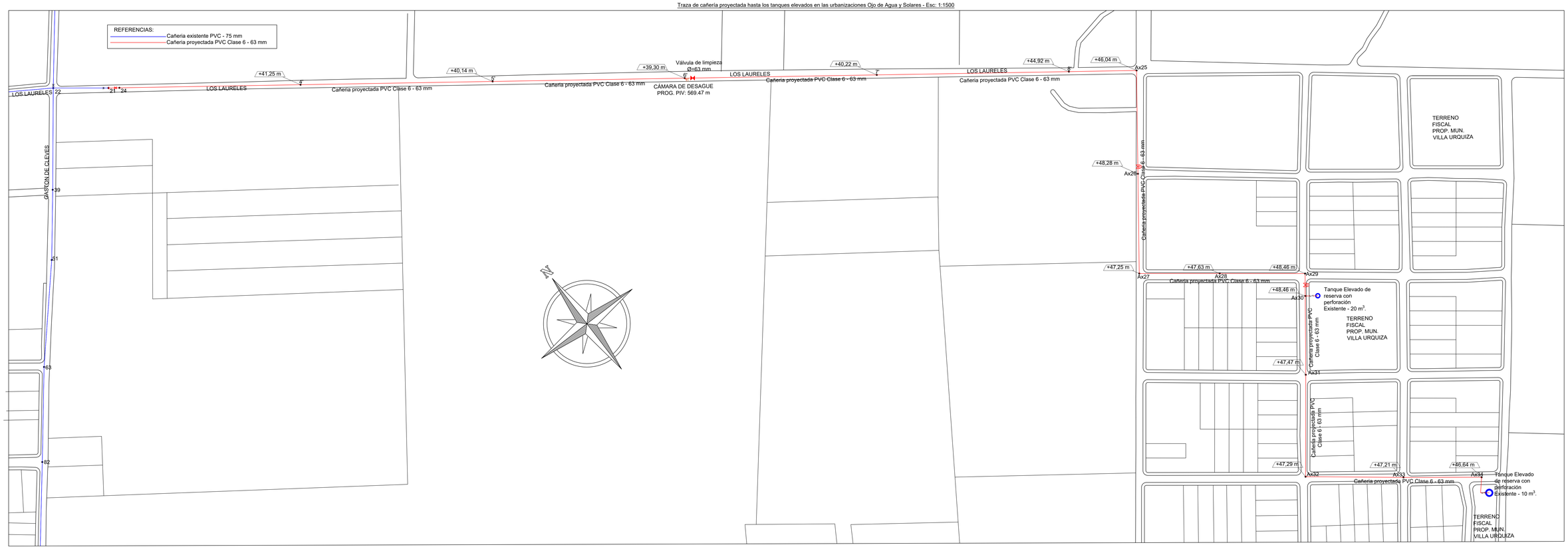
READECUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE VILLA URQUIZA				
U.T.N - F.R.P	Alumnos: Coiz Emiliano, Esquivel Nicolás y Giorello Ezequiel.			
	Cátedra: Proyecto Final	Fecha: Mayo 2025	Plano N°: 20	ESC: 1:10.000
	Plano: Estudio de alternativa - Planta y detalles del muelle fijo			

Cañería de impulsión - Muelle de toma fijo a PTAP - Perfil Longitudinal: 0,00 - 169,78 - Esc.H.: 1/250 - Esc.V.: 1/250

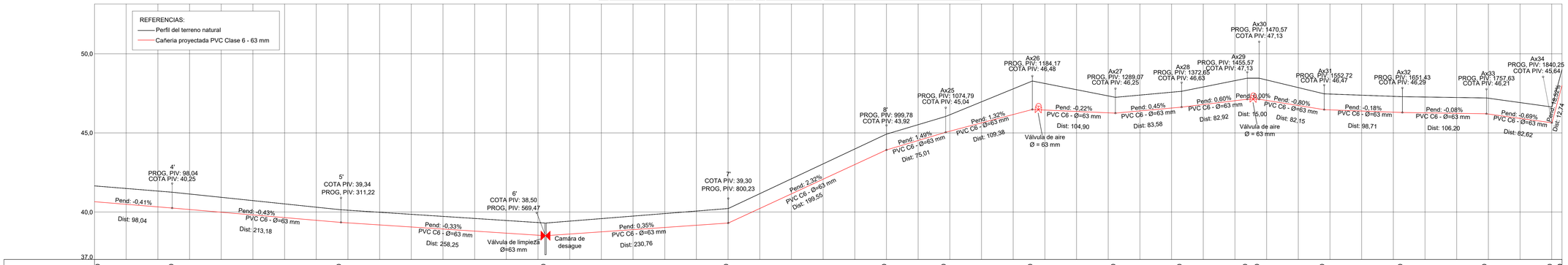


| | | |

Traza de cañeria proyectada hasta los tanques elevados en las urbanizaciones Ojo de Agua y Solares - Esc: 1:1500

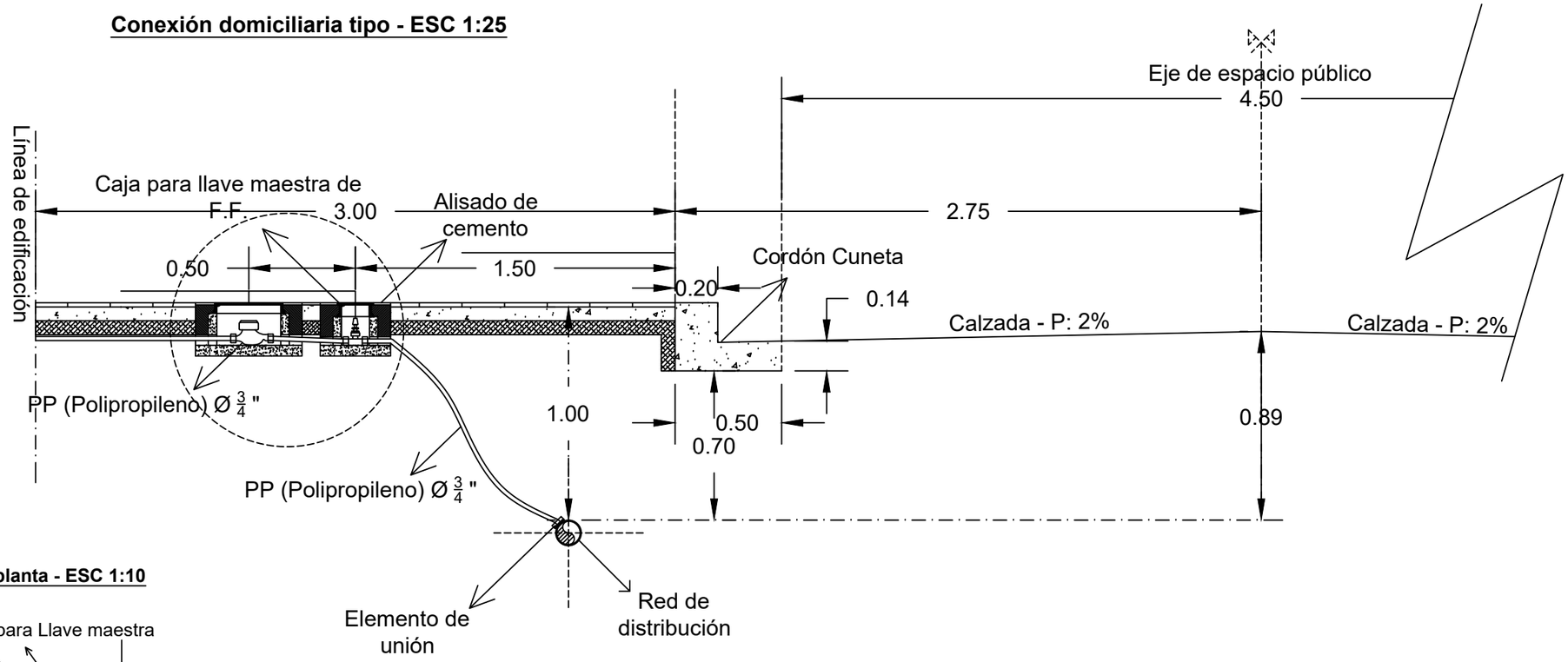


Proyección de cañeria hasta las urbanizaciones Ojo de Agua y Solares - Perfil Longitudinal: 0,00 - 1,852,99 - Esc,H,: 1/2000 - Esc,V,: 1/100

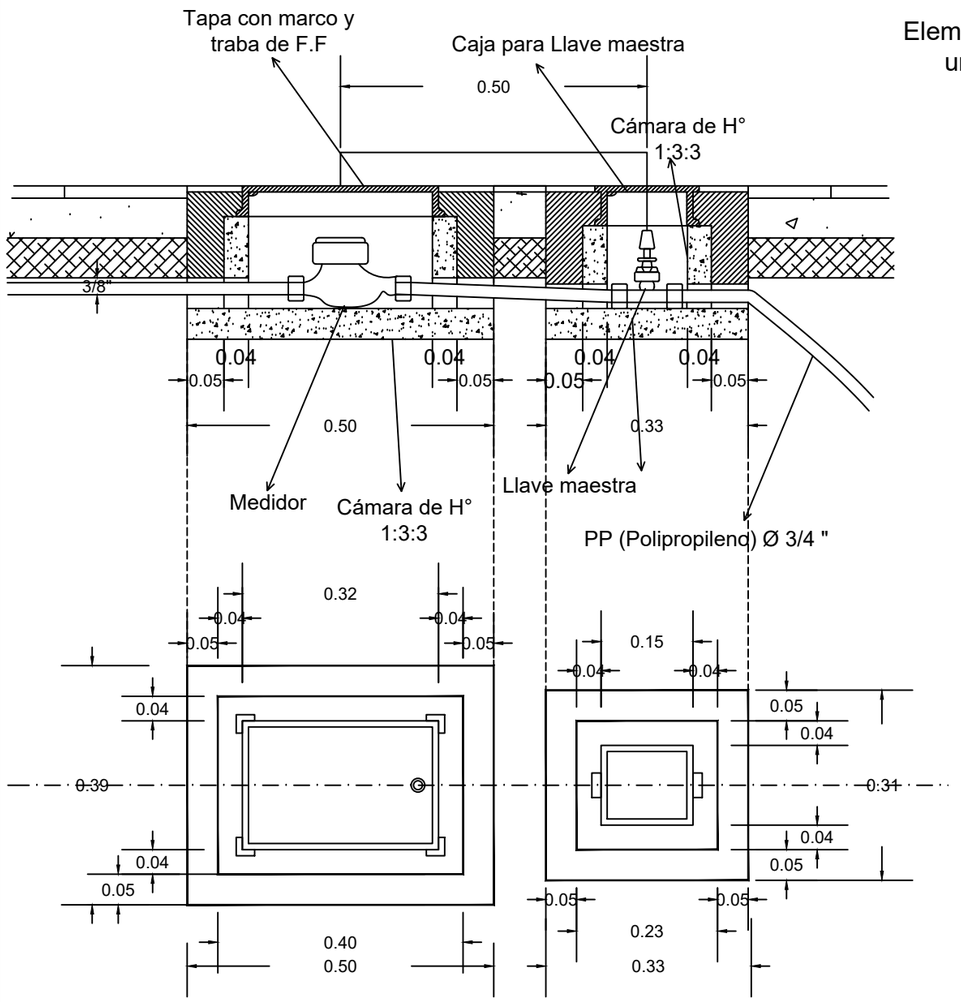


| | | |

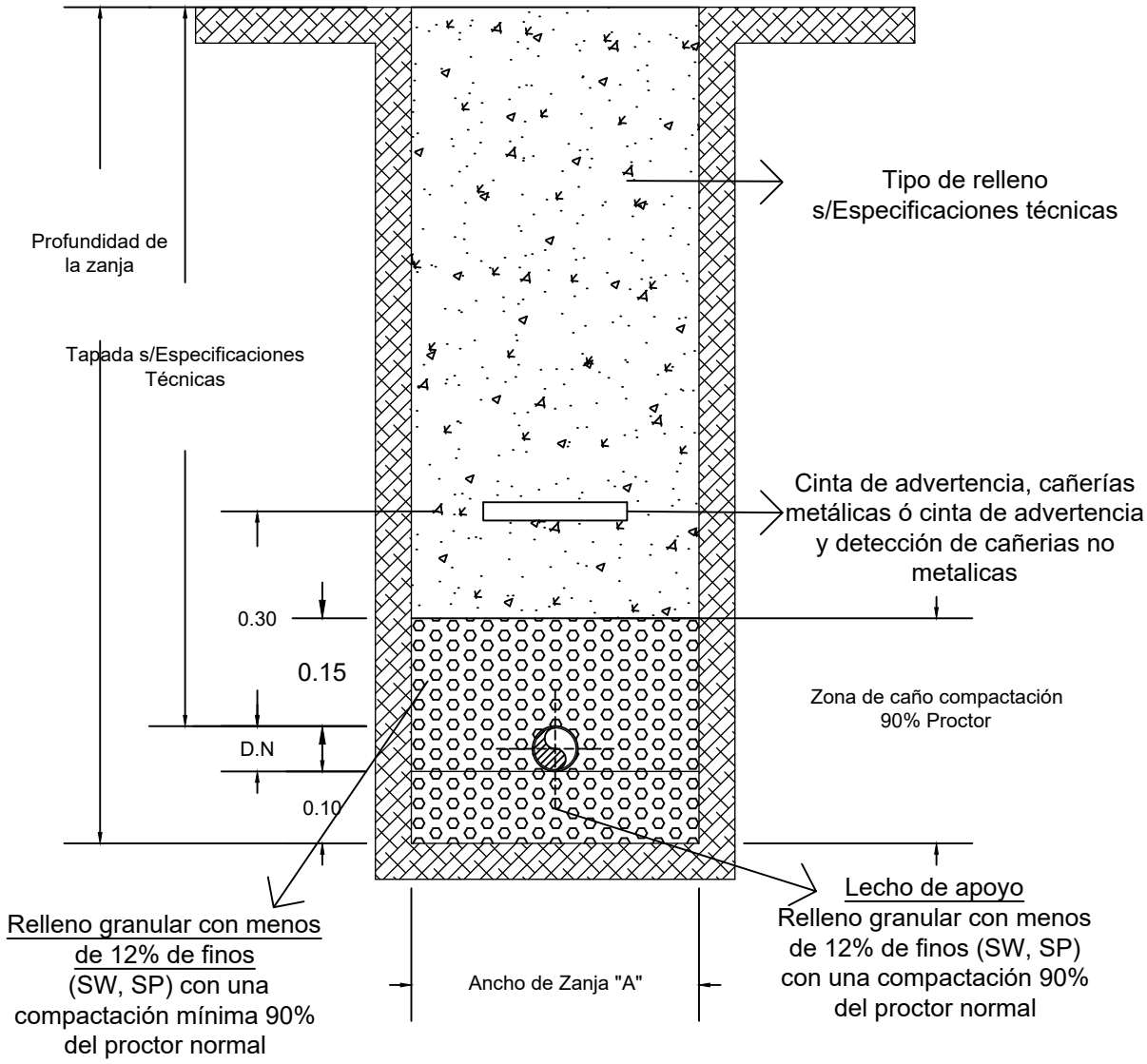
Conexión domiciliaria tipo - ESC 1:25



Detalle de conexión y planta - ESC 1:10



READECUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE VILLA URQUIZA			
U.T.N - F.R.P	Alumnos: Coiz Emiliano, Esquivel Nicolás y Giorello Ezequiel.		
	Cátedra: Proyecto Final	Fecha: Mayo 2025	Plano N°: 23 — ESC: VARIAS
	Plano: Conexión domiciliaria		



Notas:

1- La superficie deberá ser reconstruida de acuerdo a las especificaciones técnicas.

2- La distancia “A” corresponde a la distancia mínima libre entre las paredes de la zanja, a la altura del intrados de la cañería. De ser necesario entibamiento, se efectuará el sobreancho correspondiente.

3- La sección de la zanja a proyectar en cada caso se determinará considerando las condiciones reales del suelo y el tipo de cañería a instalar.

4- Colocar geotextil en presencia de napa

READECUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE VILLA URQUIZA

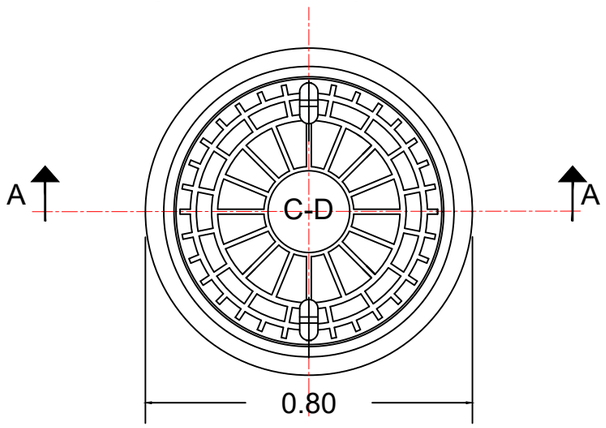
U.T.N - F.R.P

Alumnos: Coiz Emiliano, Esquivel Nicolás y Giorello Ezequiel.

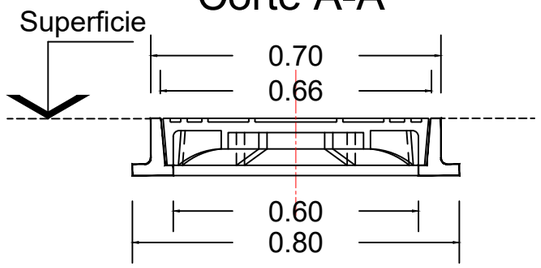
Cátedra: Proyecto Final	Fecha: Mayo 2025	Plano N°: 24	ESC: 1:10

Plano: Tapada de cañería para diámetros de 63 mm.

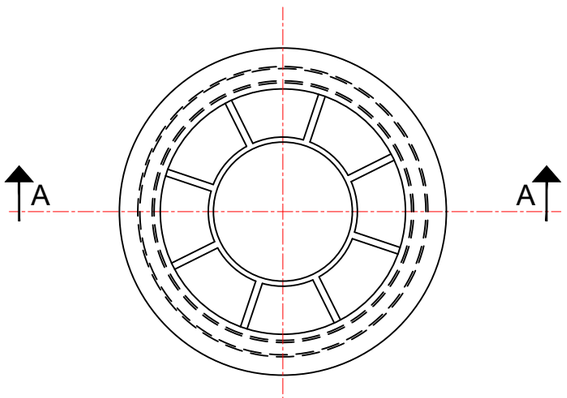
Vista superior - Tapa de cámara



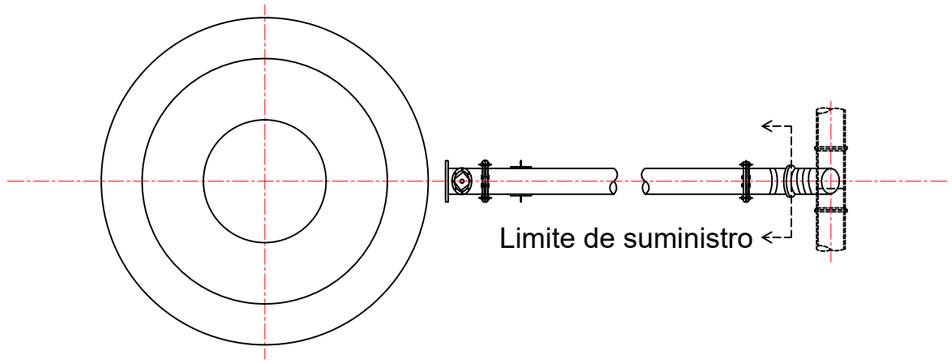
Corte A-A

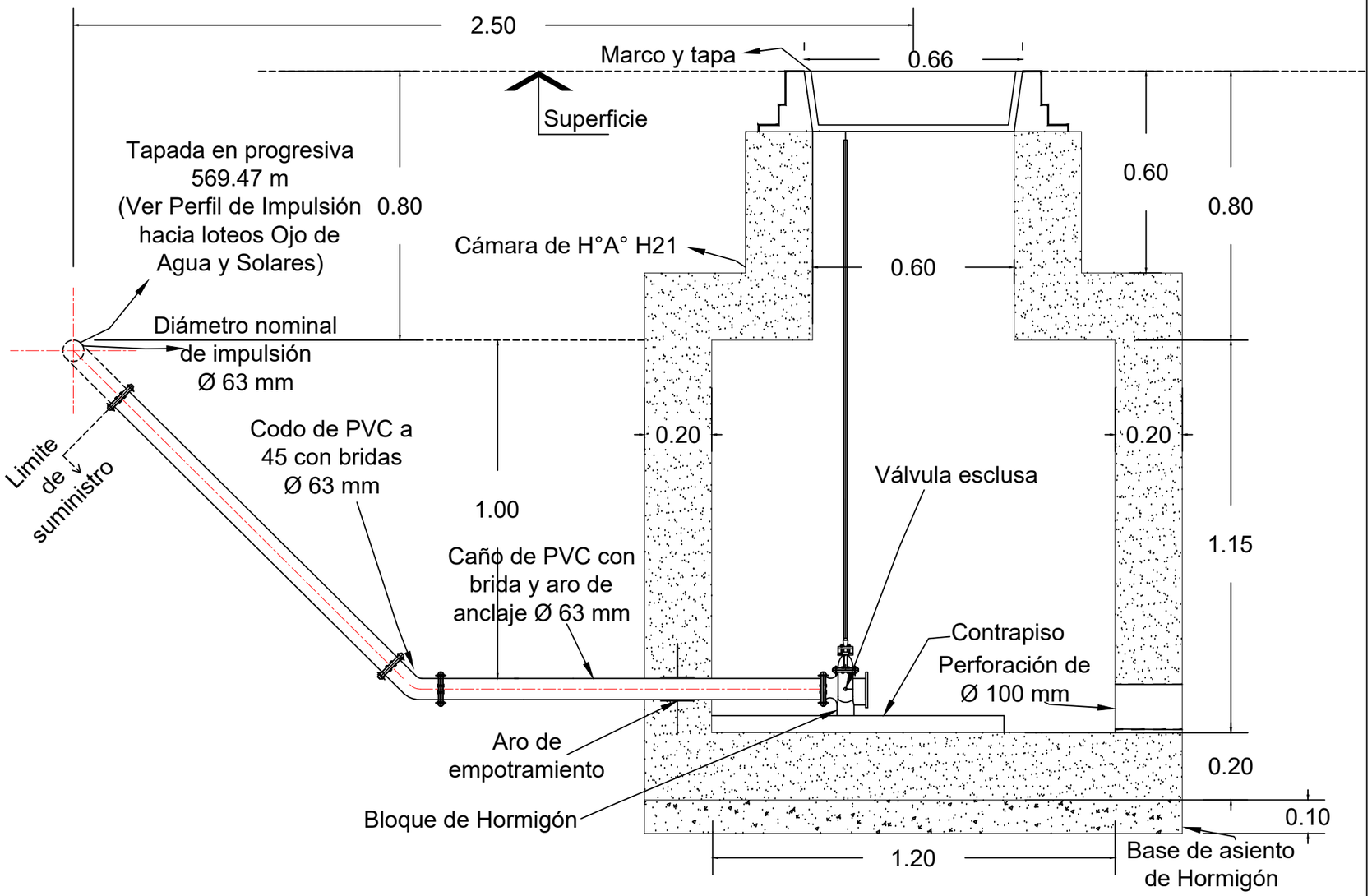


Vista inferior - Tapa de cámara



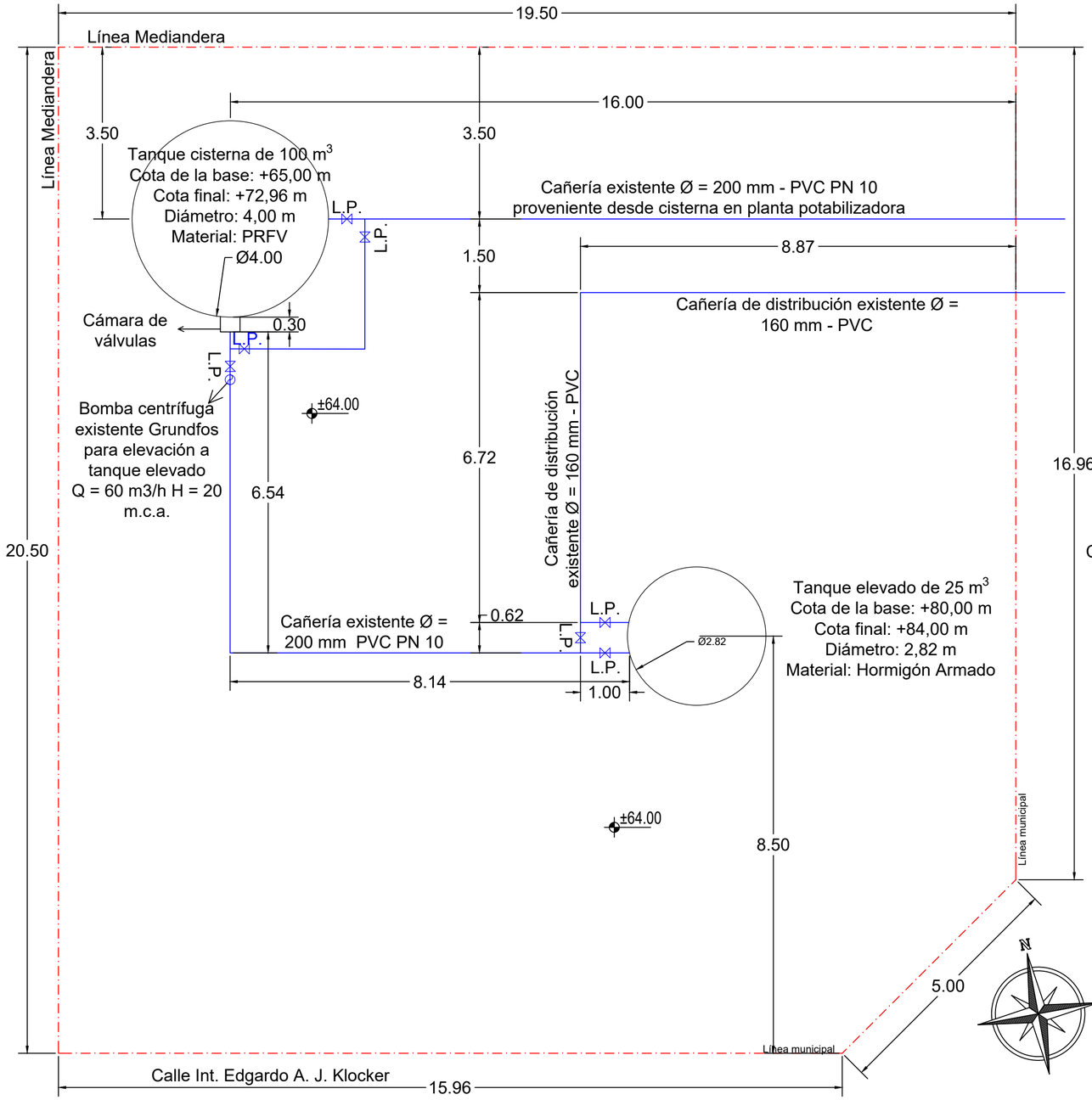
Planta - Derivación a cámara





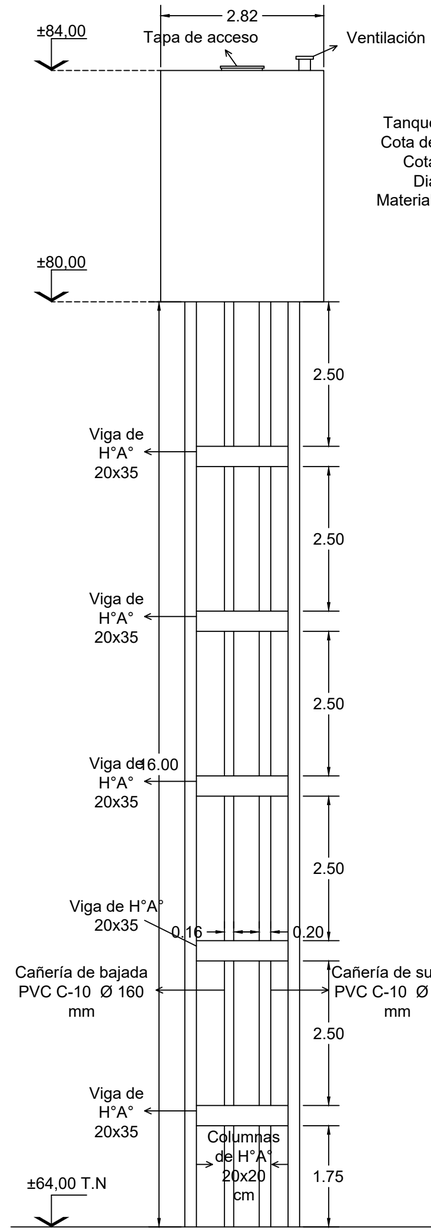
READECUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE VILLA URQUIZA			
U.T.N - F.R.P	Alumnos: Coiz Emiliano, Esquivel Nicolás y Giorello Ezequiel.		
	Cátedra: Proyecto Final	Fecha: Mayo 2025	Plano N°: 25	ESC: 1:15
	Plano: Cámara de desagüe		

Instalación de tanque y cisterna principales - Casco Urbano

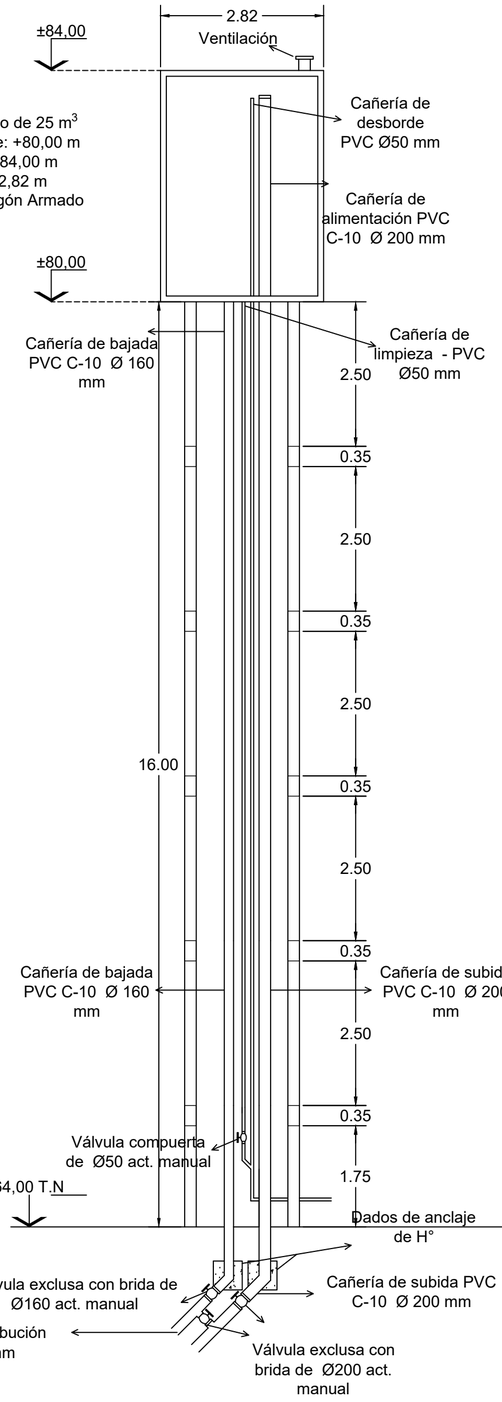


⋈	Válvula exclusa (compuerta) - Diámetro según plano
⋈	Conexión cerrada
+	Conexión con red existente
—	Cañería de distribución existente - Diámetro según plano

Vista de Tanque elevado principal - Casco Urbano



Sección - Tanque elevado principal - Casco Urbano



READEDUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE VILLA URQUIZA

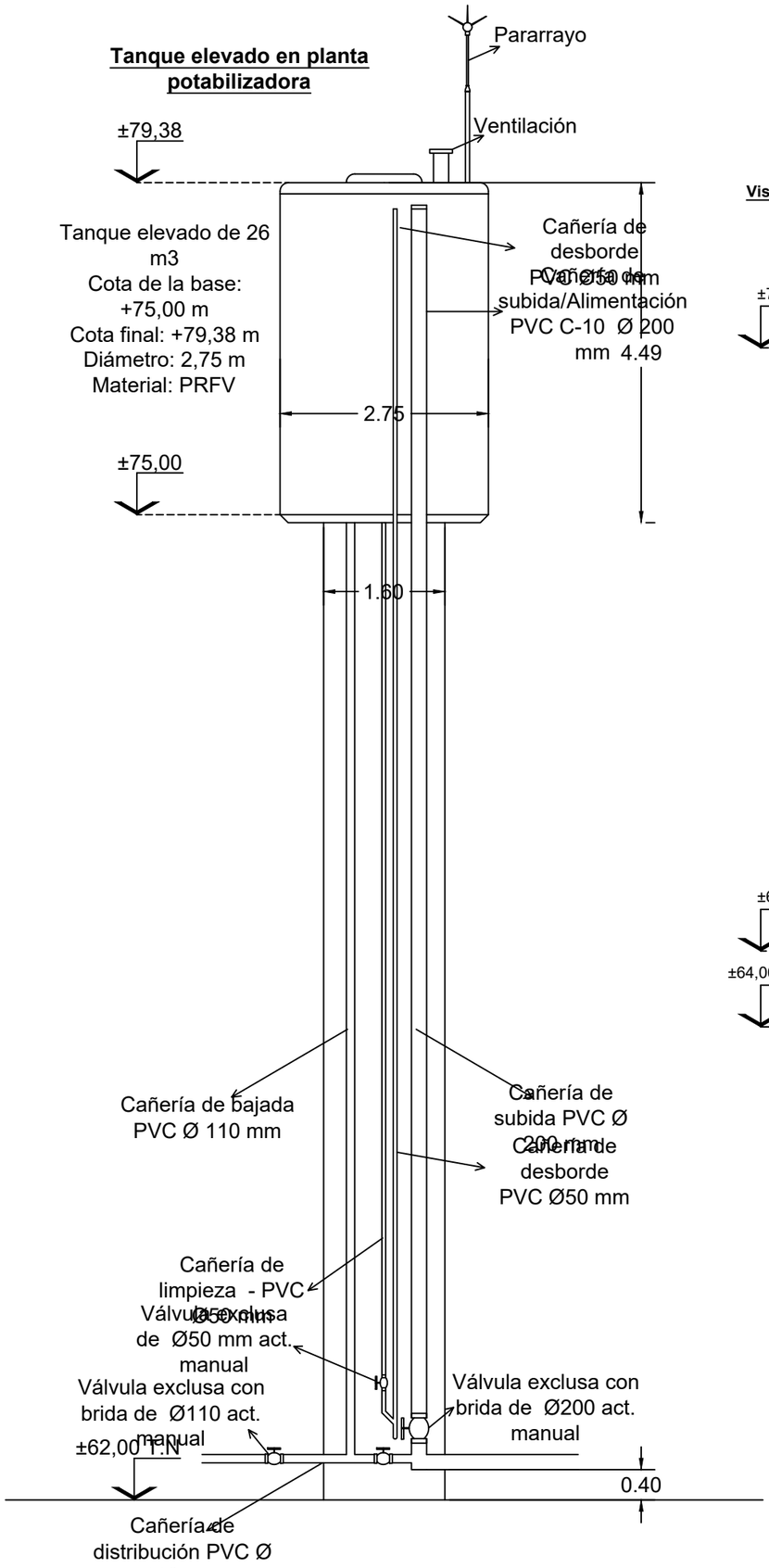
U.T.N - F.R.P

Alumnos: Coiz Emiliano, Esquivel Nicolás y Giorello Ezequiel.

Cátedra: Proyecto Final	Fecha: Mayo 2025	Plano N°: 26	ESC: 1:75

Plano: Tanque elevado principal del casco urbano - Detalle y planta

Tanque elevado en planta potabilizadora

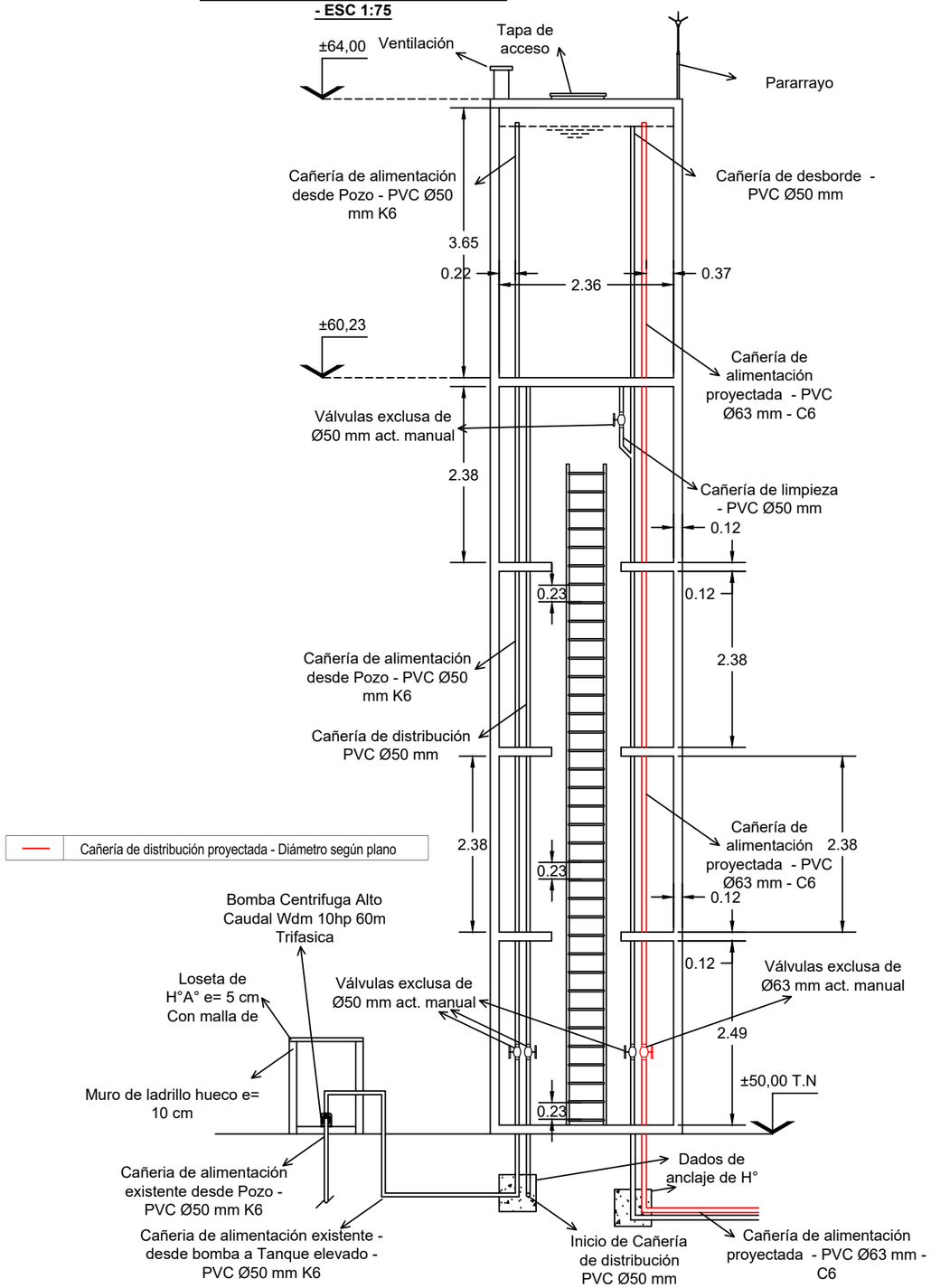


Vista de cisterna principal - Casco Urbano

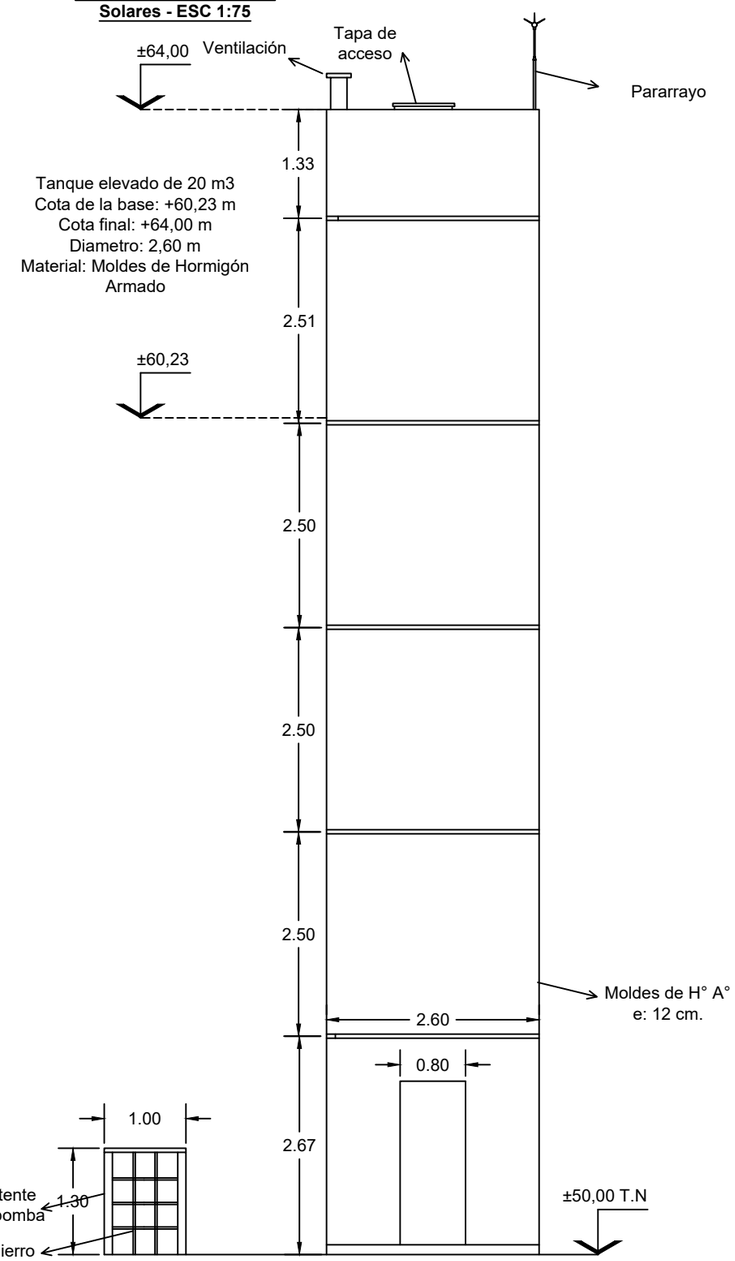
Sección de cisterna principal - Casco Urbano

READECUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE VILLA URQUIZA			
U.T.N - F.R.P	Alumnos: Coiz Emiliano, Esquivel Nicolás y Giorello Ezequiel.		
	Cátedra: Proyecto Final	Fecha: Mayo 2025	Plano N°: 27	ESC: 1:75
	Plano: Tanque elevado de planta y cisterna principal - Centro del casco urbano		

Sección Tanque Elevado en loteo Solares - ESC 1:75

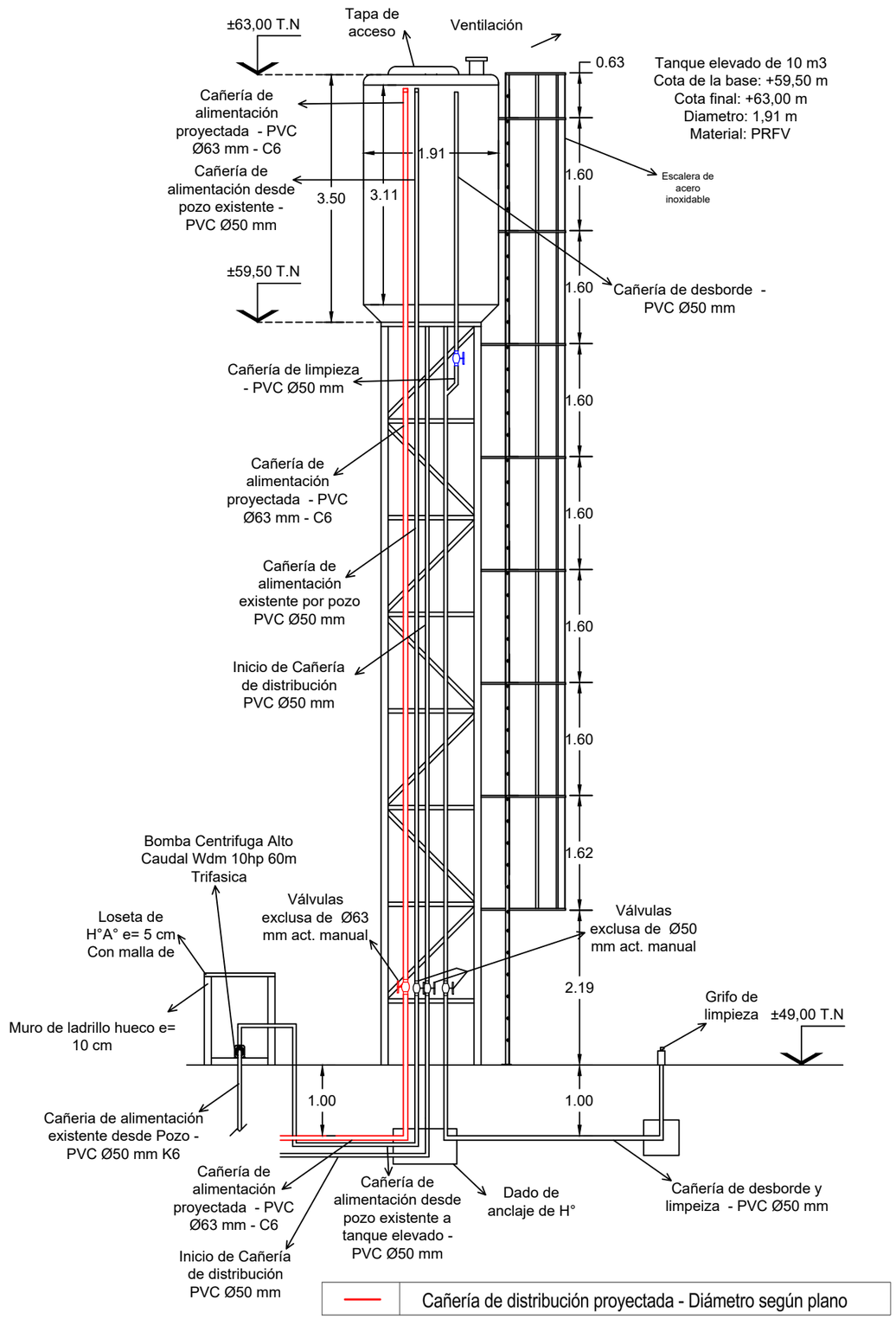


Tanque elevado en loteo Solares - ESC 1:75

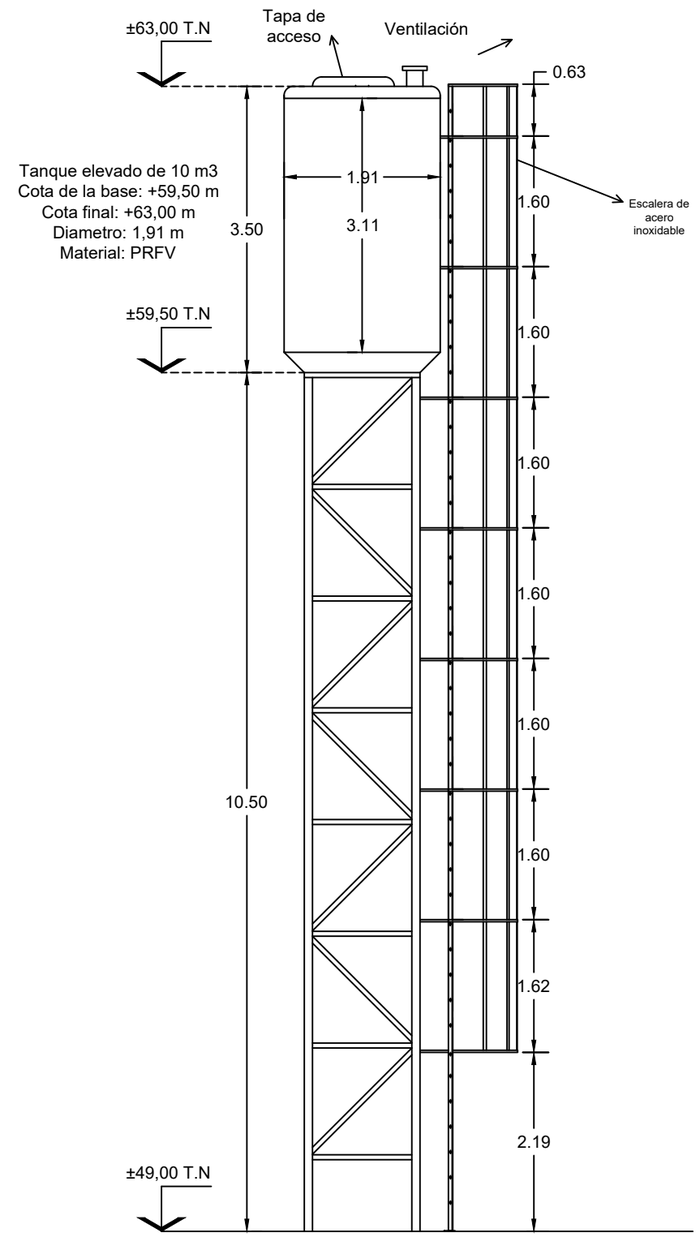


READECUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE VILLA URQUIZA			
U.T.N - F.R.P	Alumnos: Coiz Emiliano, Esquivel Nicolás y Giorello Ezequiel.		
	Cátedra: Proyecto Final	Fecha: Mayo 2025	Plano N°: 28 / ESC: 1:75
	Plano: Tanque elevado en loteo Solares		

Sección Tanque Elevado en loteo Ojo de Agua - ESC 1:75



Tanque elevado en loteo Ojo de Agua - ESC 1:75



READECUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE VILLA URQUIZA

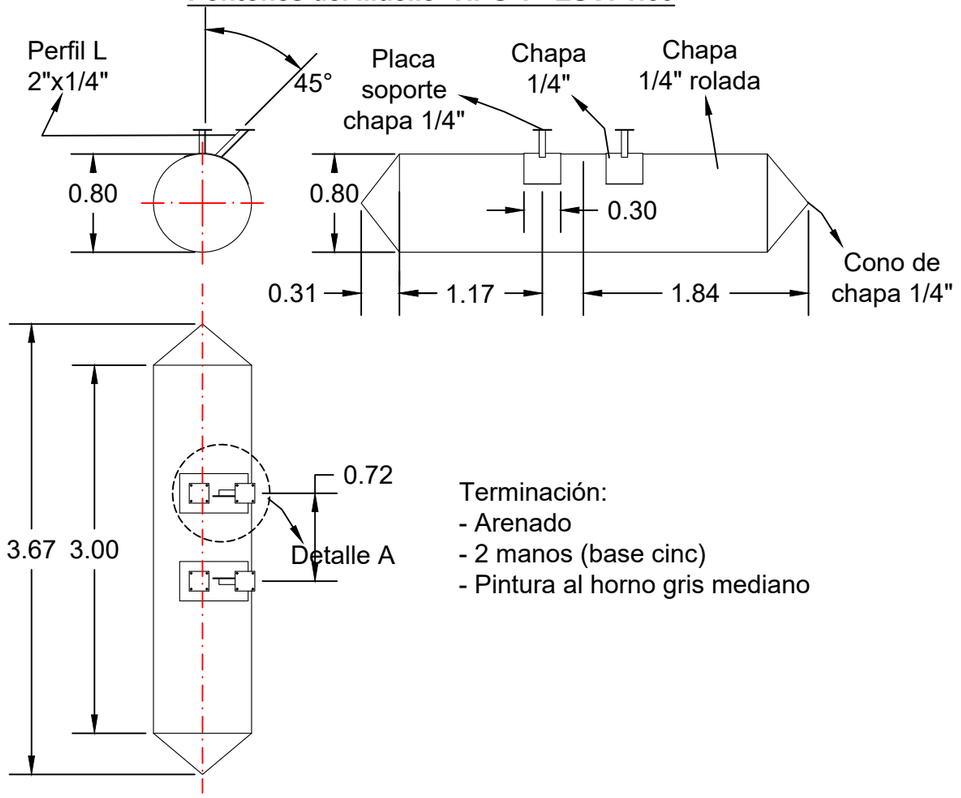
U.T.N - F.R.P

Alumnos: Coiz Emiliano, Esquivel Nicolás y Giorello Ezequiel.

Cátedra: Proyecto Final	Fecha: Mayo 2025	Plano N°: 28	ESC: 1:75

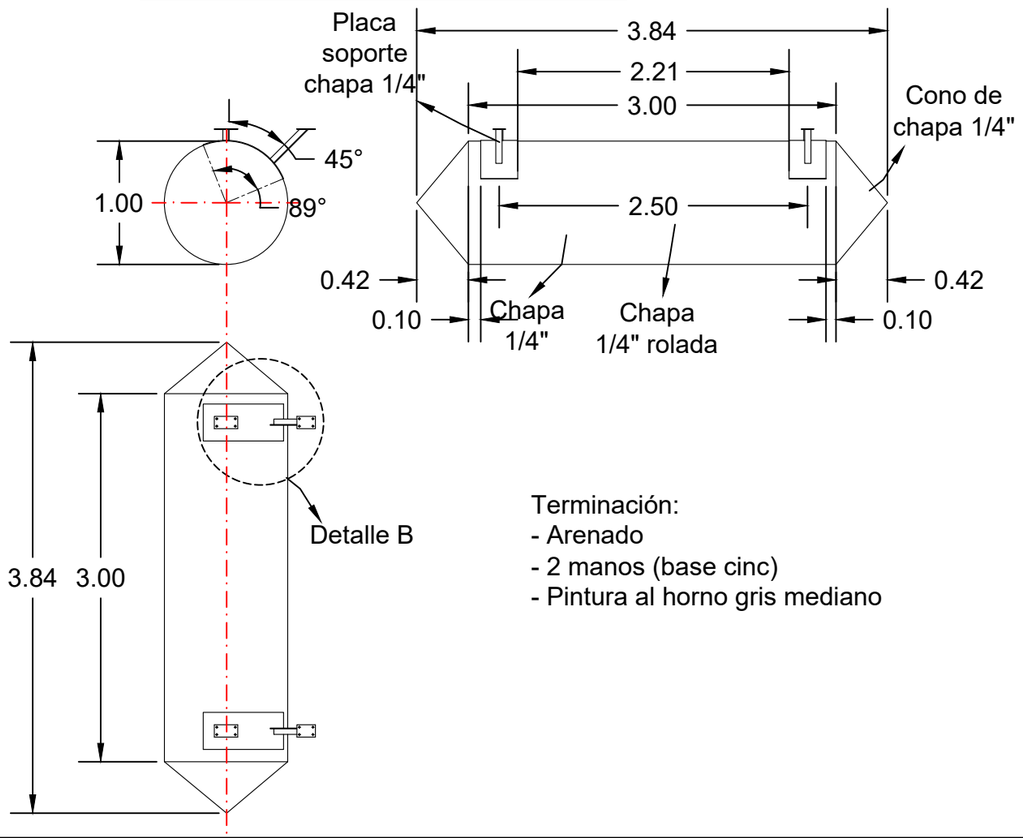
Plano: Tanque elevado en loteo Ojo de Agua

Pontones del Muelle TIPO 1 - ESC: 1:50



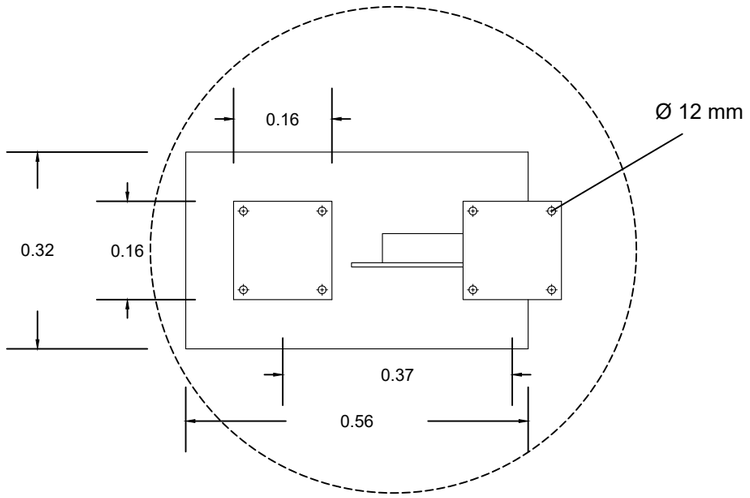
Terminación:
- Arenado
- 2 manos (base cinc)
- Pintura al horno gris mediano

Pontones del Muelle TIPO 2 - ESC: 1:50

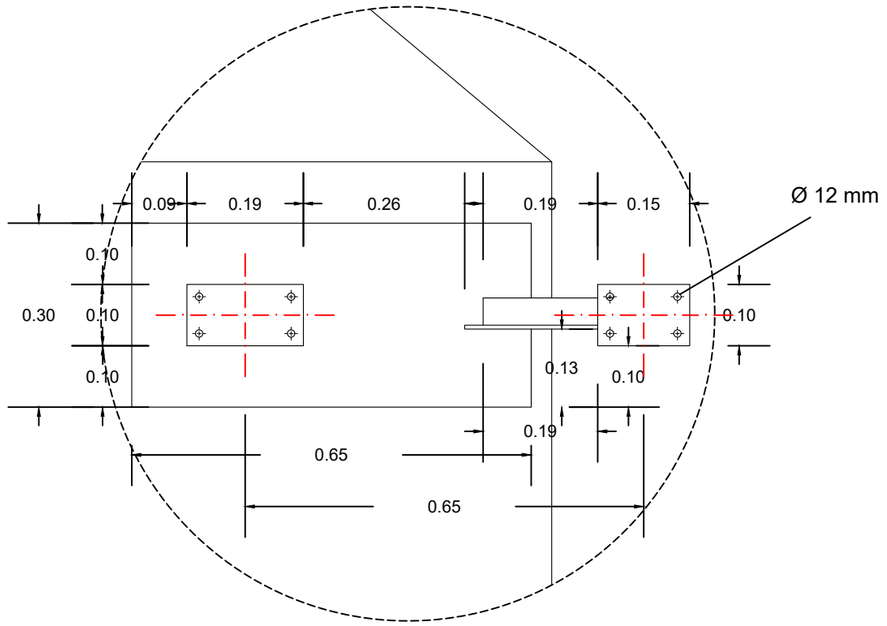


Terminación:
- Arenado
- 2 manos (base cinc)
- Pintura al horno gris mediano

Detalle A - ESC: 1:10



Detalle B - ESC: 1:10



READEDUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE VILLA URQUIZA

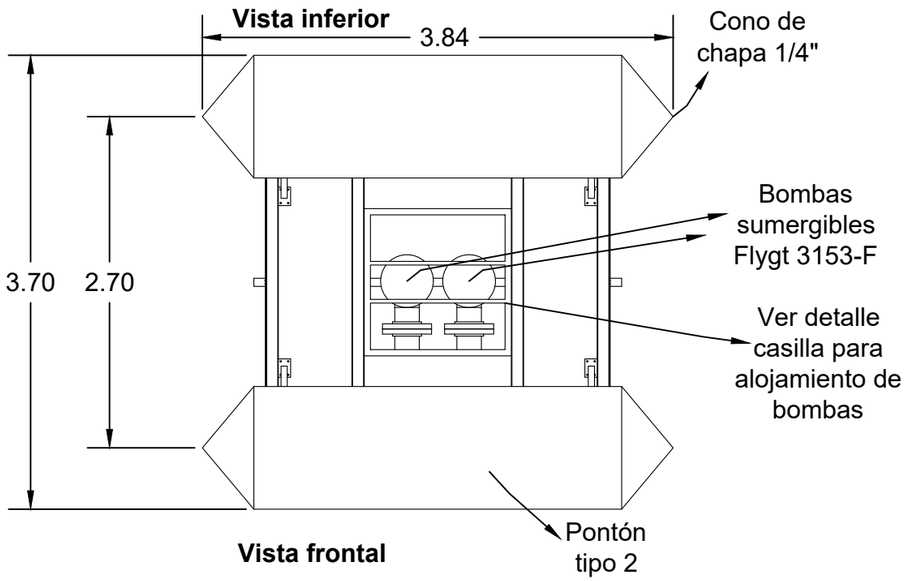
U.T.N - F.R.P

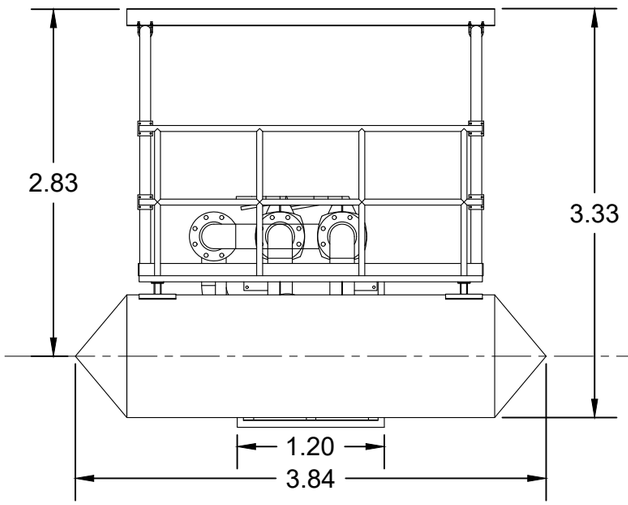
Alumnos: Coiz Emiliano, Esquivel Nicolás y Giorello Ezequiel.

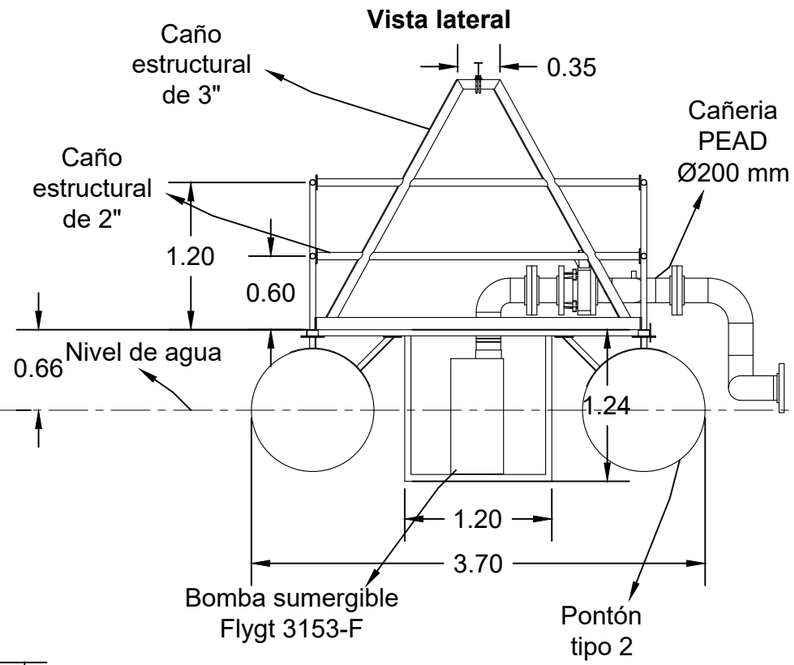
Cátedra: Proyecto Final	Fecha: Mayo 2025	Plano N°: 30	ESC: VARIAS

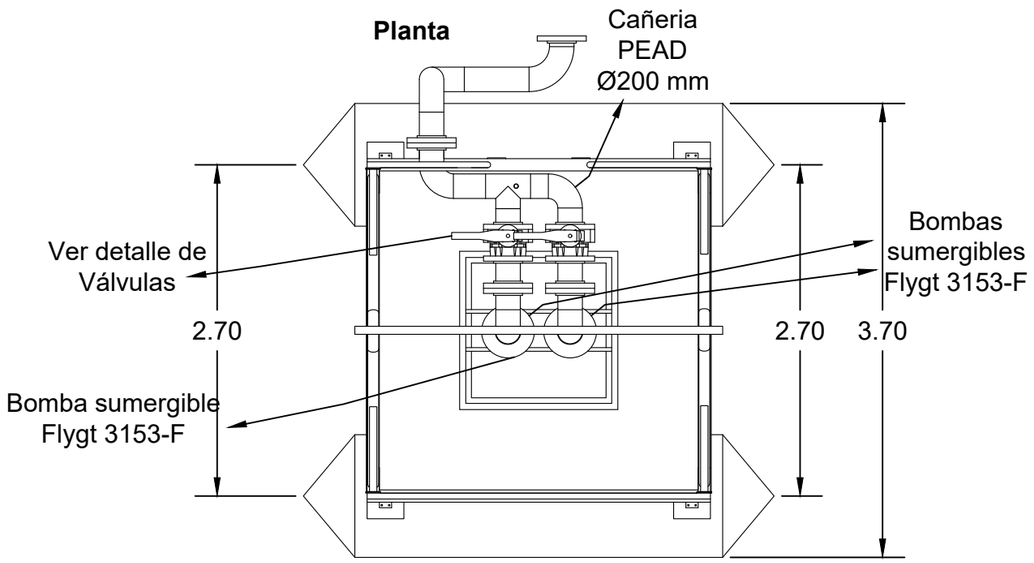
Plano: Pontones del muelle de toma existente

Pontón de toma (vistas y planta)

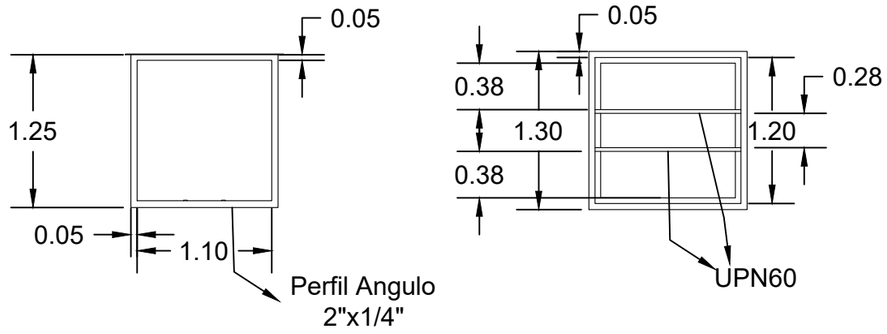




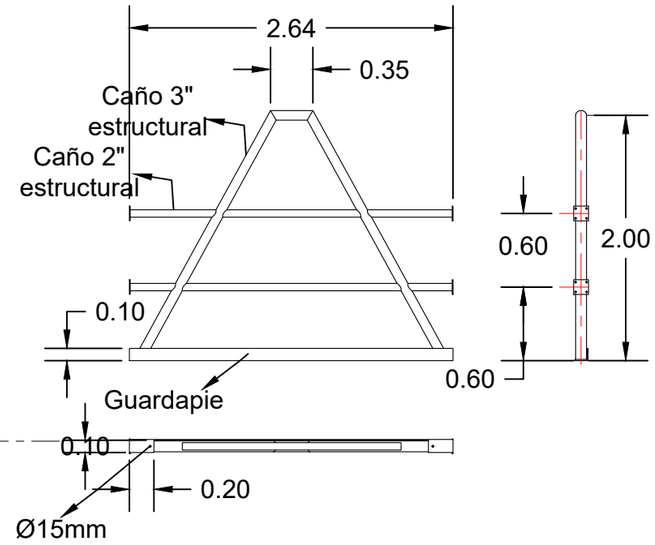




Casilla para bombas



Despiece de estructura

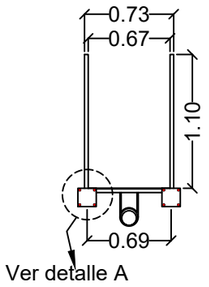


Terminación:
- Arenado
- 2 manos (base cinc)
- Pintura al horno gris mediano

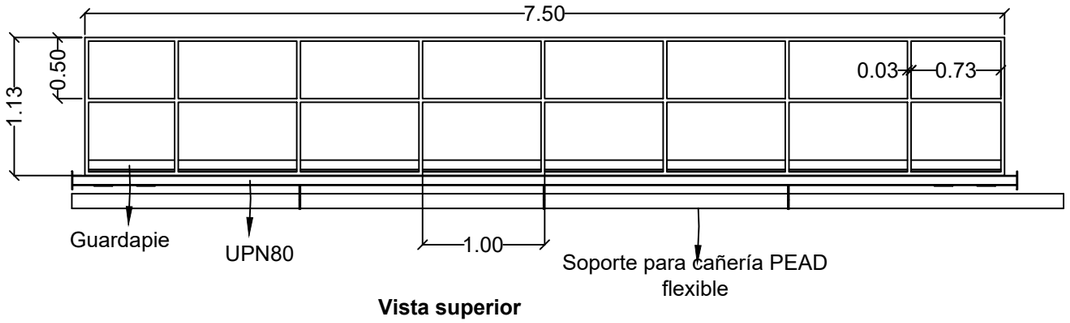
READECUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE VILLA URQUIZA			
U.T.N - F.R.P	Alumnos: Coiz Emiliano, Esquivel Nicolás y Giorello Ezequiel.		
	Cátedra: Proyecto Final	Fecha: Mayo 2025	Plano N°: 31 / ESC: 1:50
	Plano: Pontón de toma existente		

Pasarelas - ESC 1:50

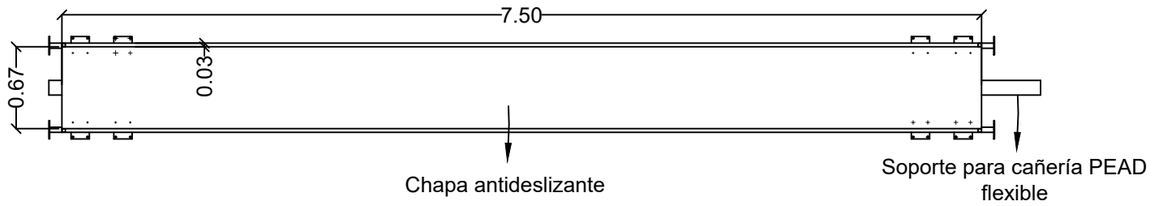
Vista frontal



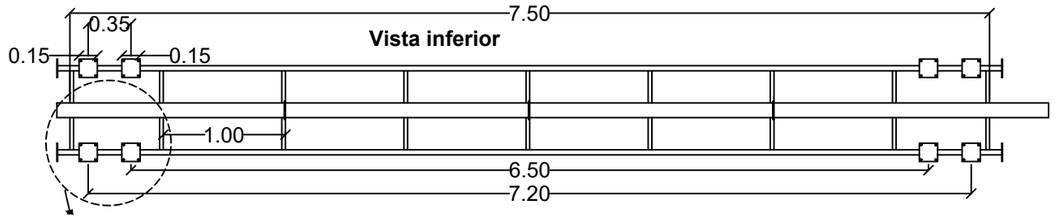
Vista lateral



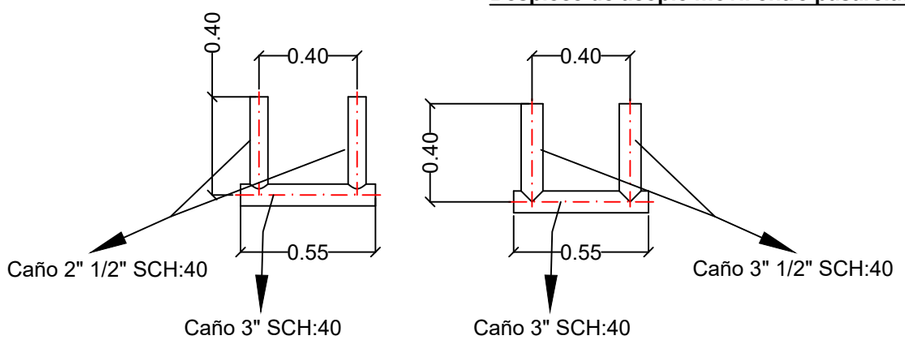
Vista superior



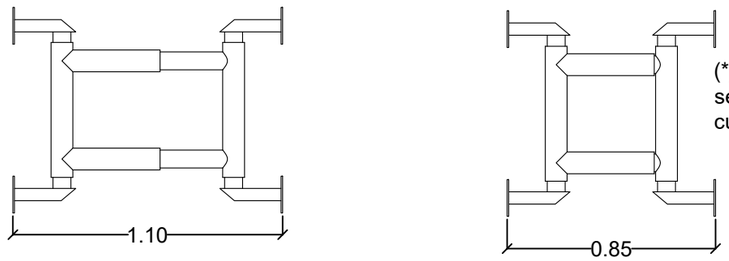
Vista inferior



Despiece de acople móvil entre pasarelas - ESC 1:25

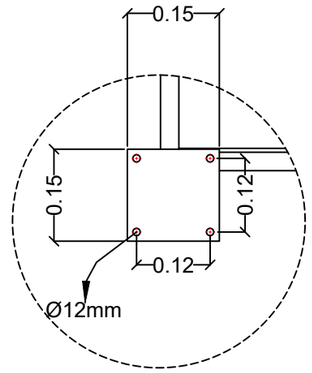


Despiece de acople móvil entre pasarelas - ESC 1:25

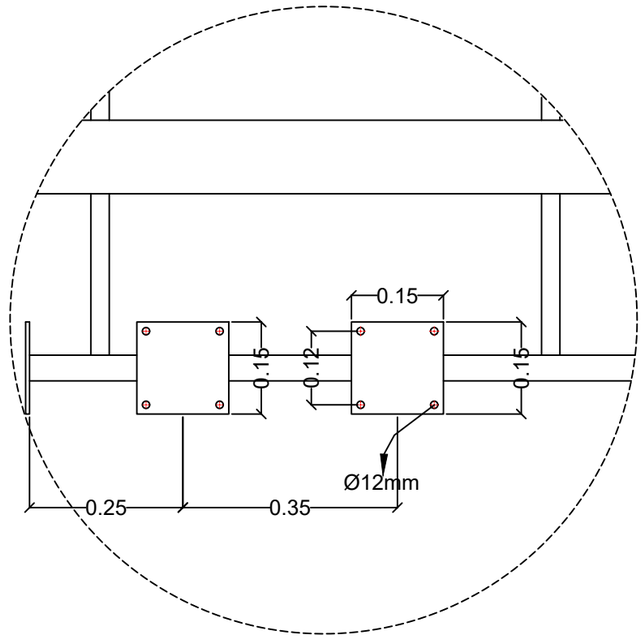


(*) El acople utilizado en la unión entre pasarelas se adapta a las variaciones accionadas en el río lo cual permite acortarse o alargarse dentro de un rango de 25 cm.

Detalle A - ESC:1:10



Detalle B - ESC:1:10



READEDUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE VILLA URQUIZA

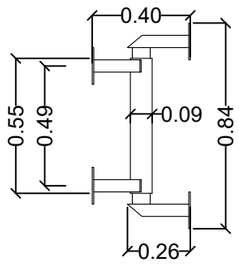
U.T.N - F.R.P

Alumnos: Coiz Emiliano, Esquivel Nicolás y Giorello Ezequiel.

Cátedra: Proyecto Final	Fecha: Mayo 2025	Plano N°: 32	ESC: VARIAS

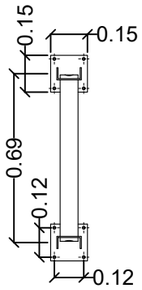
Plano: Pasarelas y acople movil existentes

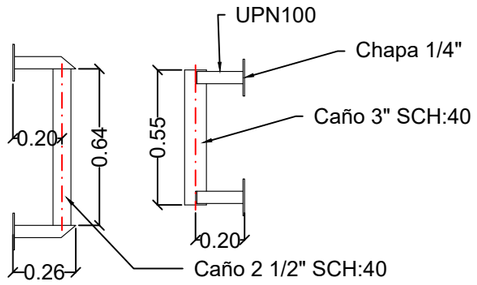
Acople simple - ESC 1:25



(*) El acople simple es utilizado para vincular el conjunto de pasarelas con el anclaje a la costa, siendo este ultimo el encargado de subir o bajar la altura de las pasarelas en correspondencia con el nivel del río.

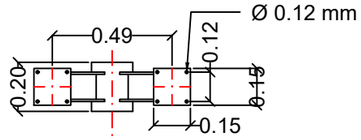
Despiece de acople simple - ESC 1:25



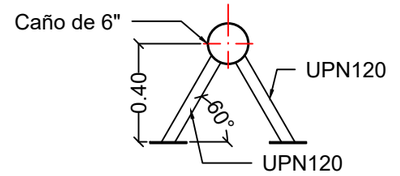


Anclaje a costa - Acople - ESC 1:25

Vista frontal

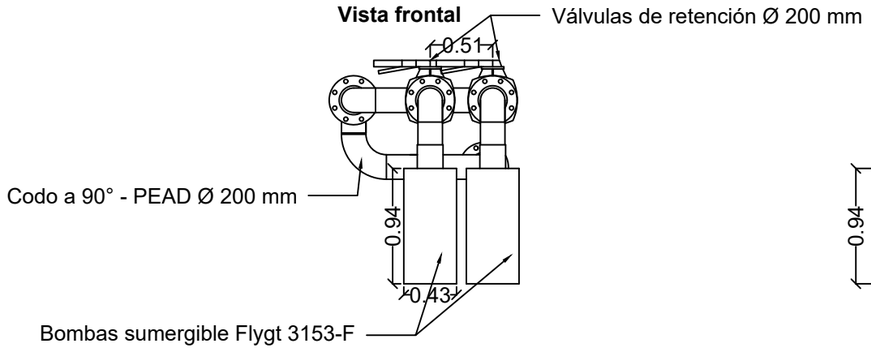


Vista superior

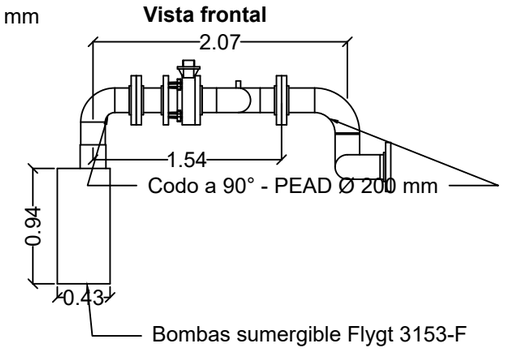


Válvulas y bombas en paralelo - ESC 1:50

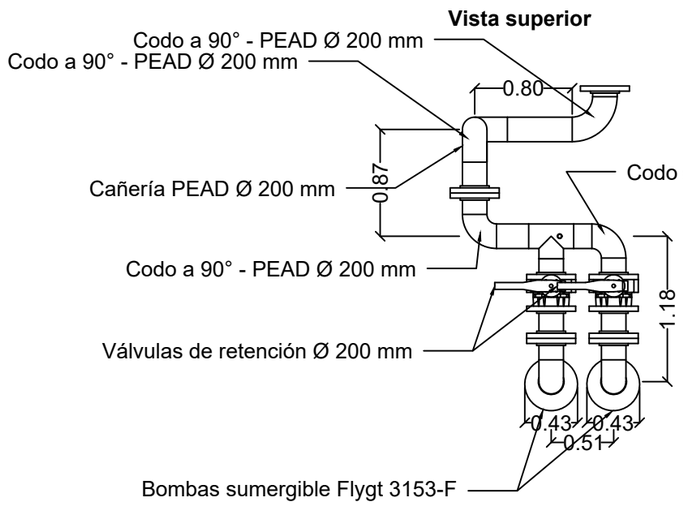
Vista frontal



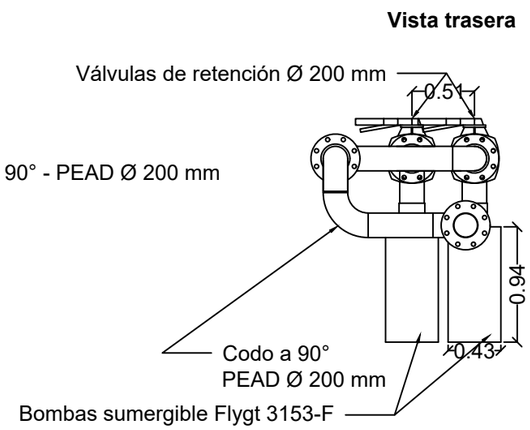
Vista frontal



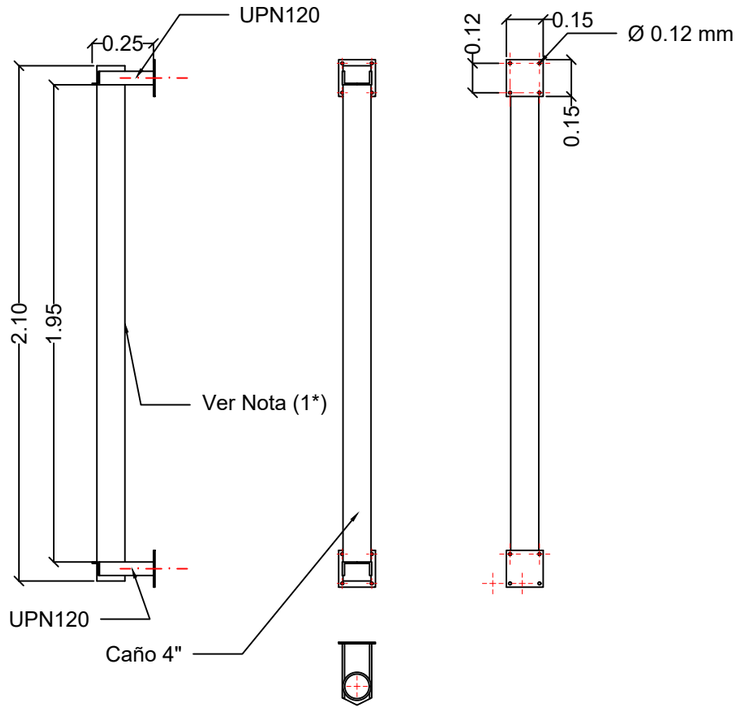
Vista superior



Vista trasera

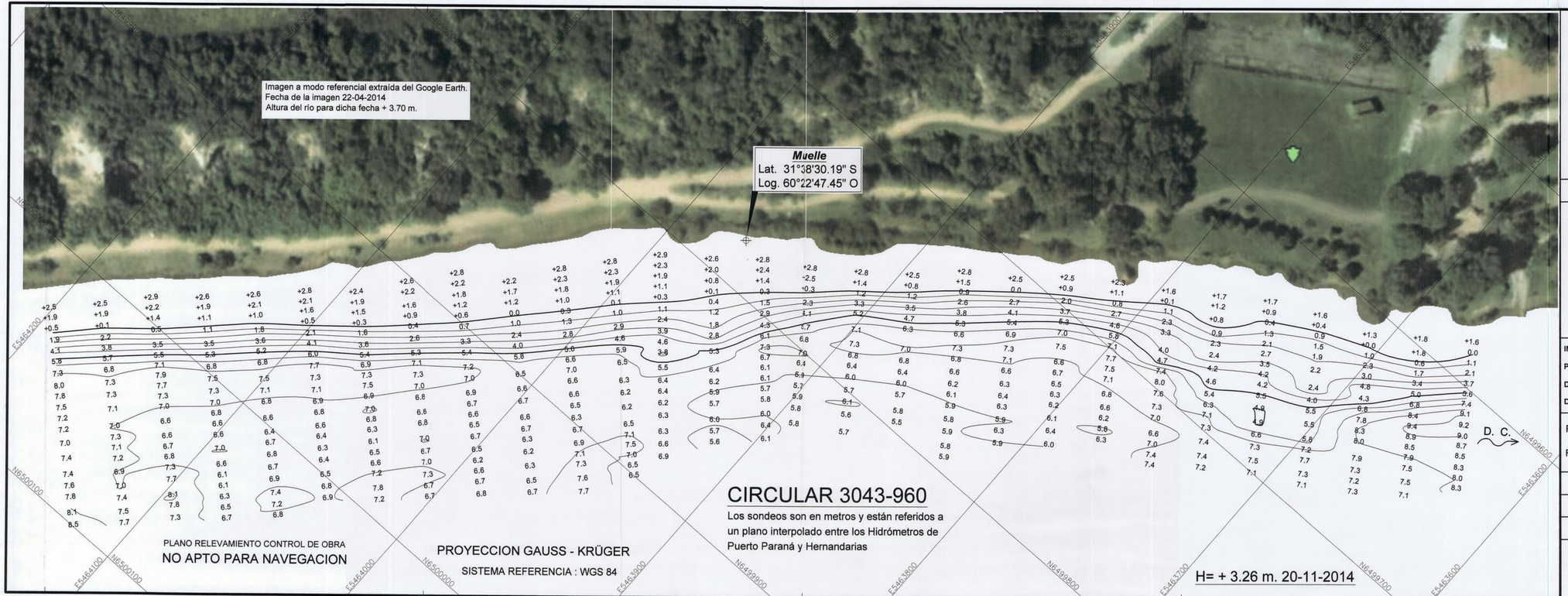


Anclaje a costa - Caño deslizante - ESC 1:25



(*) La medida final del anclaje fijo en la costa, esta sujeta a las cotas resultantes del estudio de alturas máximas/mínimas del río.

READECUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE VILLA URQUIZA			
U.T.N - F.R.P	Alumnos: Coiz Emiliano, Esquivel Nicolás y Giorello Ezequiel.		
	Cátedra: Proyecto Final	Fecha: Mayo 2025	Plano N°: 33	ESC: VARIAS
	Plano: Acople simple, Anclaje a costa y válvulas existentes		



MINISTERIO DEL INTERIOR Y TRANSPORTE

SECRETARIA DE TRANSPORTE

SUBSECRETARIA DE PUERTOS Y VIAS NAVEGABLES

DIRECCION NACIONAL DE VIAS NAVEGABLES

DEPARTAMENTO DISTRITO PARANA MEDIO

DIVISIÓN DRAGADO RELEVAMIENTO Y SEÑALIZACIÓN

LOCALIZACION

RIO PARANA

Puerto Villa Urquiza

Km. 620.0

UBICACION GEOGRAFICA

INSPECTOR: Miño, Juan C. - Barzola Ricardo D.

PROCESO: Miño, Juan C. - Barzola Ricardo D.

Div. Dragado Relev. y Señal.: Carrión, Claudio Oscar

DPTO.DISTRITO: Garcia Vitor, David

Fecha Relevamiento: 20 de Noviembre de 2014.

Fecha de procesamiento: 24 de Nov. de 2014

Relevamiento de control: Mensual ☐ Trimestral ☐ Anual ☑

Superficie relevada: 6 Ha. 76 a.

Dimensiones del plano: 0.97 m x 0,30 m

Plano Número: 15.237

ESCALA 1:1.000

CLAUDIO OSCAR CARRIÓN
Perito Fluvial
Div. Dragado, Relev. y Señal.

DAVID A. GARCÍA VITOR
DEPARTAMENTO DISTRITO